Ueber das

Hemmungs-Nervensystem

für die

peristaltischen Bewegungen

der

Gedärme.





Von

Dr. Eduard Pflüger.

Berlin, 1857.

Verlag von August Hirschwald.

69 Unter den Linden, Ecke der Schadow-Strasse.

Vorrede.

Die hauptsächlichsten Thatsachen der vorliegenden Experimentaluntersuchung wurden bereits im Juli vorigen Jahres von Herrn Prof. Emil du Bois-Reymond der Königl. Academie der Wissenschaften mitgetheilt. Hier möchte ich die Methoden angeben, durch welche es mir gelungen ist, den Beweis für die Existenz eines Hemmungsnervensystems für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme zu führen. Dieses ist zwar bereits in meiner Inauguraldissertation geschehen. Da diese aber nicht in dem Buchhandel vorkommt, und ausserdem eine Reihe neuer Beobachtungen über das Hemmungsnervensystem der Gedärme von mir gesammelt worden ist, so glaubte ich in dem Interesse der Sache nicht unterlassen zu dürfen, meine über den gedachten Punkt angestellten Untersuchungen einem grösseren Leserkreise zugänglich zu machen. Ein noch um-

fassenderer Abschluss der vorliegenden Fragen ist mir zur Zeit durch Umstände versagt, welche zu beseitigen nicht in meiner Macht liegen. Ich weiss auch nicht, ob und wann es mir vergönnt sein wird diese interessante Frage wieder aufzunehmen und glaube darum die Publication gerechtfertigt.

Berlin, im September 1856.

Der Verfasser.

Inhalt.

I.

Einleitung.

Eduard Weber *) machte, wie hinreichend bekannt ist, die grosse Entdeckung, dass die Rami cardiaci der Nervi Vagi, wenn sie durch schwache Inductionsströme gereizt werden, die Dauer der Diastole des Herzens vergrössern, während mächtigere Ströme das Herz auf längere Zeit zum Stillstande bringen. Die Hemmungsnerven des Herzens entspringen, wie ebenfalls Eduard Weber gezeigt hat, aus der Medulla oblongata, bei deren Reizung die diastolischen Zeiten wachsen. Budge und Schiff entdeckten ferner, dass die Erregung eines Vagus durch kräftige Stromschwankungen ausreiche, um Stillstand des Herzens zu erzeugen **). Die von Rudolph Wagner den Rami cardiaci der pars cervicalis nervi sympathici beigelegte Hemmungsfunction für die Bewegung des Herzens ist weder durch Weinmann noch Heidenhain bestätigt worden, weshalb es wahrscheinlich ist, dass Wagner durch Stromschleifen oder durch unipolare Wirkungen sich hat in die Irre führen lassen.

---

*) Art. Muskelbewegung in Wagner's Handwörterbuch.

**) Budge, Archiv für physiologische Heilkunde Bd. 5 p. 319. — Schiff, Archiv für physiologische Heilkunde Bd. 9. p. 22.

Aus diesen Thatsachen ergiebt sich für die Hemmungsfunction des Nervus Vagus, dass mit abnehmender Thätigkeit desselben die Zahl der Pulse zunimmt, was so weit geht, dass nach Durchschneidung der Nervi Vagi diese Zahl die doppelte und mehrfache Grösse erreicht, was bereits sehr lange bekannt ist. Ein elegantes Experiment, welches diese Thatsache darthut, stammt von Heidenhain. *) Valentin zeigte bekanntlich bereits vor längerer Zeit, dass der constante electrische Strom, so lange er mit einer bestimmten Stärke eine Nervenstrecke durchkreist, dieselbe unfähig macht, den Zuckung erregenden Vorgang fortzupflanzen **). Einige Jahre später ist auch von C. Eckhard und mir diese Erscheinung wiederum untersucht worden, wobei jener den Entdecker des Fundamentalphänomens, Valentin, ganz unerwähnt lässt und nur am Schlusse seiner grösseren Abhandlung in einer Anmerkung sagt, dass Valentin auch einmal einige „unseren Gegenstand betreffende Punkte unter den Händen gehabt habe ***)."

Da der sogenannte Lähmungsversuch auch von andern Forschern nur C. Eckhard zugeschrieben wird, so glaubte ich mich doppelt verpflichtet, der historischen Wahrheit treu zu bleiben. Deutlich genug sagt Valentin a. a. O. p. 657:

„Sie (die Nervenatome) dürfen in keiner Spannung, welche ihre Beweglichkeit hindert oder aufhebt, erhalten werden. Ein abgleitender electrischer Strom, der eine centralere Stelle des Hüftnerven trifft, ruft daher keine Verkürzungen hervor, wenn ein peripherischerer Abschnitt von einem anhaltenden

---

*) Heidenhain, Disquisitiones de nervis etc. centralibus cordis. Berolini 1854.

**) Valentin, Lehrbuch der Physiologie des Menschen Bd. 2. Abth. II. p. 655. 1848.

***) C. Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Hft. 1. p. 54. 1855.

Strome gleichzeitig durchflossen wird. Heben wir diesen letzteren auf, so kehren die Verkürzungen auf der Stelle wieder."

Diese Stelle steht bereits in der Ausgabe der Valentin'schen Physiologie von 1848, während sich die erste Mittheilung von C. Eckhard*) über denselben Gegenstand vom Jahre 1852 datirt.

Ich will nicht versäumen, den Leser hier darauf aufmerksam zu machen, dass jene Thatsache über die lähmende Wirkung des constanten Stromes, wie wir sie oben aussprachen, ungenau und besonders in den neueren Untersuchungen von C. Eckhard noch weiter in ihrem wahren Verhalten verkannt worden ist, indem dieser angiebt, dass „unter allen Umständen die aufsteigende Stromesrichtung als die am meisten lähmende sich erweist" **), und dass „wenn ein constanter Strom sich in einem motorischen Nerven aufwärts bewegt, die Erregbarkeit desselben gegen jede Art von Reizen und an welcher Stelle des Nerven sie auch angebracht sein mögen, herabgesetzt ist. ***) Die hier von Eckhard begangenen Irrthümer entsprangen vorzugsweise daraus, dass er die so sehr in Betracht kommende Abhängigkeit dieser Erscheinungen von der Stromstärke der constanten Kette ganz unberücksichtigt gelassen hat, worin auch die ihm unerklärlichen Widersprüche zwischen seinen früheren und späteren Arbeiten ihre Deutung finden. Wenn man nämlich einen motorischen Nerven oberhalb einer constanten aufsteigenden Kette reizt, deren Stromstärke eine gewisse Grösse nicht überschreitet, so schwächt sie die Zuckung gar nicht, wie C. Eckhard glaubt, wohl aber thut es der absteigende Strom von derselben Stärke bei oberhalb desselben ausgeführter Reizung. Nur

---

*) Der galvanische Strom als Hinderniss der Muskelzuckung. Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medizin. Neue Folge Bd. III S. 198.

**) Eckhard, Beiträge, Heft I. p. 38.

***) C. Eckhard a. a. O. p. 44.

wenn die Stromstärke eine gewisse Grösse überschreitet, dann kehrt sich die Sache um, und das ist, was C. Eckhard gesehen hat. Ebenso wenig kann C. Eckhard's zweite Behauptung für richtig angesehen werden, dass bei aufsteigendem constanten Strome die Erregbarkeit des betroffenen Nerven an jeder Stelle herabgesetzt sei. Ueberschreitet nämlich dieser Strom eine gewisse Stärke nicht, so ist die Zuckung, welche man durch Reizung einer oberhalb der vom constanten Strome betroffenen Nervenstrecke erlangt, durchaus nicht geschwächt, wie C. Eckhard glaubt, ja wie ich zeigte, sie ist merkwürdigerweise verstärkt. Ueberschreitet aber der Strom eine gewisse Stärke, dann tritt das Gegentheil ein, d. h. die Zuckungen sind geschwächt, und das ist, was C. Eckhard gesehen hat. Den Beweis hierfür habe ich in meinen Untersuchungen über die Physiologie des electrotonischen Zustandes geliefert*). Wir sind nun hinreichend vorbereitet, den Heidenhain'schen Versuch zu verstehen.

Aus den oben über die Function der Nervi Vagi erörterten Thatsachen ergiebt sich, dass am lebenden Organismus Innervationswellen aus der Medulla oblongata fortwährend durch die Hemmungsfasern des Nervus Vagus nach dem Herzen hinabrollen.

Heidenhain leitete demgemäss einen starken constanten Strom durch die Bahn des Vagus, während dessen polarisirender Wirkung die Zahl der Pulse wuchs, um wiederum abzunehmen, sobald der Nerv in den natürlichen Zustand zurückgekehrt war.

Zum Ueberfluss bemerke ich noch, dass der Nervus Va-

*) Eduard Pflüger, Ueber die durch constante electrische Ströme erzeugte Veränderung des motorischen Nerven. Allgemeine Medicinische Central-Zeitung 15. März 1856 und die zweite Mittheilung über denselben Gegenstand a. a. O. 16. Juli 1856, worin ich zugleich den von Eckhard gegebenen Beweis gegen die Irritabilität der Muskeln widerlegt habe.

gus, wie ich aus einer mündlichen Mittheilung des Herrn Prof. Emil du Bois-Reymond weiss, die negative Schwankung des ruhenden Nervenstromes und den electrotonischen Zustand ganz ebenso wie andere Nerven zeigt.

Das ist das Fundamentalphänomen der Hemmungsfunction der Rami cardiaci des Nervus Vagus. Wir wollen nunmehr seine Einzelheiten in Kürze noch betrachten, weil sie für unsere Frage und deren Bedeutung von dem höchsten Interesse sind.

Wir wenden uns deshalb zu den Untersuchungen von C. Ludwig und Hoffa*). Nach ihnen tritt die Hemmungswirkung der Vagi fast unmittelbar mit dem Tetanisiren derselben ein. Ich habe über diesen wichtigen Punkt an dem Frosche eine Reihe von Versuchen angestellt, weil man an dem langsamen Vorgange der Zusammenziehung des Froschherzens leichtere Beobachtungen machen kann. Auch ich fand, dass das Herz niemals ganz unmittelbar mit anhebendem Tetanus des Vagus erschlafft; sondern, wenn die Erregung zugleich mit der Systole der Vorkammern begann, contrahirten sich erst noch die Ventrikel, worauf das Herz zuweilen still stand, zuweilen aber auch erst nachdem noch eine Systole, der Atrien und Ventrikel abgelaufen war. Beginnt die Reizung während der Systole, der Kammern, so vollenden sie ungestört die Systole und meistens erscheint nach der Diastole nochmals eine Zusammenziehung des Herzens.

Hiernach scheint es also, dass streng genommen die hemmende Wirkung nicht ganz augenblicklich an dem Herzen bemerkbar wird, d. h. dass eine Zeit verfliesst, welche ohne feinere Hülfsmittel unmittelbar erkannt werden kann. Man kann sich dies überdies besonders leicht folgendermaassen anschaulich machen, wenn man z. B. den Nervus Vagus nur so lange tetanisirt, als die Systole der Atrien dauert. Es

*) Zeitschrift für rationelle Medizin. Bd. 9. p. 107.

erfolgt nach letzterer die Systole der Ventrikel, dann Diastole, und darauf meistens noch eine Contraction des Herzens, worauf es einige Schläge aussetzt, obwohl der Nervus Vagus gar nicht tetanisirt wird. Findet die Reizung während der Dauer der Ventricularsystole statt oder während der Diastole, so verhält es sich in den meisten Fällen ähnlich. Man muss das nicht mit der von Hoffa und Ludwig entdeckten Nachwirkung der Hemmungswirkung des länger tetanisirten Vagus verwechseln, da hier während des Tetanisirens bereits die Veränderung erzeugt war, welche die Herzdiastole unmittelbar bestimmt.

Jene Nachwirkung, welche ich oft nach dem Tetanisiren der Vagi bemerkte, bleibt nach Hoffa und Ludwig mehre Minuten, wenn die Vagi 6—15 Minuten tetanisirt wurden.

Wenn man während der Reizung der Vagi das in Diastole befindliche Herz mechanisch oder electrisch reizt, so erfolgt eine Systole.

Meistens erscheint, wenn die Reizung aufgehört hat, ein einzelner sehr kräftiger Herzschlag mit längerer Diastole oder die vorhandene Diastole dauert noch mehre Sekunden.

Das sind im Kurzen die hauptsächlichsten Punkte, welche sich auf die Hemmungsfunction der Nervi Vagi beziehen. Von welcher Wichtigkeit für die Medizin als solche die Entdeckung eines so mächtigen Einflusses auf den Centralpunkt des Kreislaufs sein muss, brauche ich nicht erst näher zu begründen. Für die Lehre von den Nervenwirkungen erscheint hier aber ein neues bisher ungekanntes, ja selbst ungeahntes Phänomen, demzufolge ein Nerv den Muskel erschlafft, in welchem er sich verbreitet. Das ist wenigstens die Thatsache, während die sehr wahrscheinliche Theorie des Vorganges denselben in bessere Uebereinstimmung zu bringen gewusst hat mit den bis jetzt bekannten Thatsachen der Myo-Neurologie, indem sie annahm, dass die Fasern der Rami cardiaci Nervi

Vagi nur mit den in fortwährender Thätigkeit begriffenen motorischen Ganglienzellen des Herzens in Verbindung treten und deren Innervation irgendwie zu stören vermögen. Fällt uns nun aber das Verhalten der N. Vagi, im Gegensatze zu den übrigen Muskelnerven auf, so dürfen uns mindestens die Eigenthümlichkeiten des Herzmuskels im Gegensatz zu den übrigen quergestreiften Muskeln ebensosehr in Erstaunen setzen. Wenn das Cerebrospinalorgan, die Grundlage des Sensorium commune, zerstört ist, verharren in regungsloser Ruhe die quergestreiften Muskeln des gesammten Organismus. Nur einer noch, das Herz, der Centralpunkt des Kreislaufs, setzt seine Arbeit fort nach demselben Typus, welcher der des unversehrten Lebens ist. Aber nicht das Herz allein redet an der Schwelle des Todes die Sprache des Lebens; lebhafter als im Leben beginnen die peristaltischen Bewegungen der Darmmuskeln, so dass ihr Inhalt schnell weiter geschoben wird und tiefe lang andauernde Einschnürungen des Intestinalrohres entstehen. Senden wir jetzt durch das ganze Thier eine dichtgedrängte Reihe von Inductionsschlägen, so verfallen alle quergestreiften Muskeln in ruhigen tonischen Krampf; das Herz aber thut das nicht, sondern schlägt nun rascher, die Gedärme thun es nicht, sie bewegen sich nur geschwinder. Nur wenn die Pole des Inductionsapparates sehr nahe einander auf Herz oder Darm aufgesetzt werden, entsteht in der Bahn der grössten Dichte des electrischen Stromes eine tetanische Zusammenziehung. Getrennt vom ganzen übrigen Organismus bewegen Herz und Gedärme sich nach demselben Typus weiter, so dass sie in sich selbst die Ursache der complicirten Bewegung tragen müssen, die sie ausführen. Kein quergestreifter Muskel des übrigen Körpers zeigt etwas diesem Analoges. So lange das Cerebrospinalorgan in seiner Integrität besteht, beherrscht es die quergestreiften Skeletmuskeln, während der Wille

jeden unmittelbaren Einfluss auf das Herz und die Gedärme vollkommen entbehrt. Was die Morphologie beider Organe betrifft, so fällt in ihnen eine grosse Zahl sympathischer Elemente auf, welche theils Aeste zu ihnen absenden, theils unmittelbar als Ganglien oder Primitiv-Nervenfasern in ihrer Substanz zerstreut sind. Sollte diese Analogie beider Organe, so sagte ich mir, nicht noch weitere Geltung haben, und auch den Gedärmen ein Hemmungsnervensystem zukommen wie dem Herzen? — Ich habe dem Leser diese Betrachtungen mittheilen wollen, da sie mich zur Entdeckung des Hemmungsnervensystems des Dünndarmes führten; gleichwohl bin ich mir wohl bewusst, dass dieselben zunächst keinen tieferen Werth haben.

II.

Zur Geschichte der Hemmungsnerven.

Da das Weber'sche Fundamental-Experiment bereits besprochen ist, so wenden wir uns sogleich zu der Betrachtung, der über die Innervation der Lymphherzen gemachten Erfahrungen.

C. Eckhard*) kam durch seine Untersuchungen über die Bewegungen der Lymphherzen zu dem Schlusse, „dass sich demselben gegenüber das Rückenmark etwa wie die Medulla oblongata zu dem Blutherzen verhält, insofern dieselbe mittels der Vagusbahn diesem die Zahl seiner Schläge dictirt.“ Durch die genauen und sorgfältigen Untersuchungen Volkmann's und Heidenhain's hat sich aber ergeben, dass

*) Ueber das Abhängigkeitsverhältniss der Bewegungen der Lymphherzen der Frösche vom Rückenmark. Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift Bd. VIII. S. 24 und Grundzüge der Physiologie des Nervensystems p. 148.

die von Eckhard gemachten Angaben auf Irrthümern beruhen, indem gerade umgekehrt nach Durchschneidung der vom Rückenmarke zu den Lymphherzen gehenden Nerven diese nicht schneller schlagen, wie das Blutherz, sondern stille stehen und bei Reizung jener Aeste nicht stille stehen, wie das Blutherz, sondern zucken. *)

Endlich zeigte Heidenhain noch, dass bei Durchleitung eines constanten Stromes durch die zu den Lymphherzen gehenden Aeste, diese nicht schneller schlagen wie das Blutherz, sondern still stehen. **) — Eckhard hat sich später zu jenen Irrthümern bekannt, indem er angiebt: „bei Behandlung der zu den Lymphherzen gehenden Nerven mit Inductionsapparaten steht das Lymphherz still, aber nicht wie ich früher glaubte in Diastole, sondern in Systole.“ ***)

Eckhard hat ferner als Analogon des Verhaltens der Nervi Vagi zum Herzen die von Traube gemachte wichtige Entdeckung bezeichnet, dass eine geringe Erregung der Nervi Vagi, welche noch mit der Medulla oblongata zusammenhängen, die Zahl der Respirationen vermehrt, eine stärkere aber eine tetanische Inspiration erzeugt. Eckhard sagt nämlich †):

„Diese Wirkung ist ähnlich der des gereizten Vagus auf die Herzganglien. In beiden Fällen hängen von der automatischen Erregung der Centralorgane gewisse Bewegungen ab: hier von den Erregungen der Medulla oblongata die Athembewegungen in ihrer zeitlichen Folge, dort von den Ganglien des Herzens die Bewegungen des Herzens gleichfalls in derselben. Hier wird durch Erregung, die Reizung der centra-

---

*) Heidenhain, disquisitiones de nervis organisque centralibus cordis.

**) Heidenhain, a. a. O. p. 23 u. 24.

***) Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Giessen 1855. p. 52.

†) Grundzüge der Physiologie des Nervensystemes p. 136.

len Enden der Vagi, die Medulla oblongata veranlasst, ihre Thätigkeit betreffs der von ihr abhängigen Athemnerven einzustellen, dort hat eine Erregung von zu dem Herzen gehenden Nerven, die Reizung der peripherischen Enden der durchschnittenen Vagi, ein Gleiches zur Folge. Man kann gegen diesen Vergleich nur einwenden, dass bei dem Stillestehen der Athembewegungen eine bestimmte Muskelgruppe, die Exspiratoren, sich in dauernder Contraction befinden und folglich die Medulla oblongata ihre Erregungen nicht eingestellt habe. Dies mag sein; allein sie hat zum mindesten das Eigenthümliche ihrer Erregungen, das Rhytmische aufgegeben und die Inspiratoren gelähmt u. s. w."

Der sinnreiche Entdecker dieser Thatsachen stellt dieselben anders dar*). Um den Einfluss des Sensorium commune, welcher die Mechanik des Vorganges durch willkürliche Reaction beeinträchtigen würde, möglichst herabzudrücken, trug derselbe die Hemisphären bis auf die Colliculi optici ab, was fast ohne Blutung geschieht, wenn vorher die beiden Carotides communes am Halse unterbunden werden. Traube fand nun folgende Resultate, welche ich mit seinen eigenen Worten, gemäss der mir gegebenen freundlichen Erlaubniss, aus einer kleinen ungedruckten Abhandlung desselben hierhersetze, wobei ich bemerke, dass die hier in Betracht kommenden Punkte bereits in dem citirten Aufsatze von 1847 enthalten sind:

„1. Der Tetanus des centralen Stumpfes der pneumogastrischen Nerven, welche am Halse durchschnitten wurden, erzeugt vollkommenen Stillstand der Respiration.

2. Dieser Stillstand ist aber so zu sagen nichts weiter als eine ins Unbestimmte verlängerte tiefe Inspiration, was

*) Traube, Zur Physiologie des Nervus Vagus. Medicinische Zeitung. Berlin, 3. Februar 1847.

aus der unmittelbaren Inspection des Zwerchfells erhellt, nachdem man die Bauchhöhle geöffnet hat. Man sieht dann während der ganzen Dauer der Inductionsströme die Phrenocostalbündel des Zwerchfells in tetanischer Contraction begriffen, so dass die Wölbung desselben stark abgeflacht erscheint.

3. Während der Dauer der Inductionsströme bleiben die Exspirationsmuskeln vollkommen unthätig.

4. Wie seit lange bekannt ist, sinkt die Frequenz der Athemzüge nach Durchschneidung der Vagi ausserordentlich. Tetanisirt man nun das centrale Ende der durchschnittenen Nerven mit schwächeren Strömen, als sie vorher angewandt wurden, so vermag man aufs Neue die Zahl der Respirationen fast bis zur ursprünglichen Zahl zu vermehren.

5. Zerschneidet man mit der Scheere schnell den pneumogastrischen Nerven, so erzeugt man fast constant eine Unterbrechung der Respiration oder vielmehr eine tiefe Inspiration, welche bis zu 7 Secunden dauern kann. (Wichtig wegen der secundären Zuckung.)

Traube schliesst aus diesen Thatsachen: „Es existiren in den pneumogastrischen Nerven nicht allein motorische Fasern, welche dem Larynx, Oesophagus u. s. w, angehören und sensibele, deren Reizung Schmerz und exspiratorische Bewegungen (bei Vorhandensein der Hemisphäre), sondern auch centripetale Fasern, deren Erregung unwillkürliche Inspirationen erzeugt.“

Diese Thatsachen sind von Dr. Lindner*) bestätigt worden. Da auch noch andere Experimentatoren Traube's Entdeckung bestätigt haben und nur zu anderen Resultaten in Bezug auf die Frage, ob der Respirationsstillstand in Inspiration oder Exspiration stattfindet, gekommen sind, hierbei aber die Ex-

---

*) De nervorum vagorum in respirationem efficacitate 1854.

stirpation der Hemisphären versäumt haben, welche der Entdecker vorschreibt, so müssen wir zunächst an den von ihm gegebenen Thatsachen festhalten.

Wenden wir uns nunmehr wiederum der Frage zu, ob in diesem Stillstand der Respiration, welche entschieden so zu sagen in Systole stattfindet, eine Analogie mit dem Einflusse des Vagus auf das Herz zu ziehen sei, so ist beiden Phänomenen das gemeinsam, dass zwei nervöse Centralorgane durch Tetanisiren eines Nerven in ihrer Function verändert werden. Verschieden ist aber: das Herz steht in Diastole, die Respiration in Systole — ein sehr wesentlicher Punkt. Eckhard meint zwar, dass die unthätigen Respirationsmuskeln gelähmt seien und dass auch das Herz, wenn es zwei antagonistische Muskelsysteme besitze, vielleicht in Systole des einen und Diastole des andern Systems still stände. Uns scheint es aber, dass es für die unbewusst automatischen nervösen Centralorgane und deren Nerven ziemlich gleichgültig ist, welche Zwecke die von ihnen kommende Erregung der Muskeln erreicht, da diese auf die in jenen Centren stattfindenden Vorgänge fast ohne Einfluss sind. Wesentlich ist offenbar, wie mir wenigstens scheint, das hier in beiden Fällen von einem Centralorgan erst eine Muskelgruppe — die Inspiratoren bei der Respiration und die Vorhöfe beim Herzen — und dann die andere Muskelgruppe erregt wird nämlich dort die Exspiratoren und hier die Ventrikel. Gemäss den Eckhard'schen Ideen müssten dann vielleicht die Vorhöfe in Systole verharren, während die Ventrikel ruhten, da man sich bei dem Traube'schen Experimente denken könnte, dass, so lange diejenigen Ganglienzellen in Erregung begriffen sind, welche die Inspiratoren innerviren, die Thätigkeit der andern Ganglien nicht anheben kann, welche den Exspiratoren ihre Bewegungsimpulse zusenden.

Ferner haben wir im Traube'schen Experimente eine Er-

regung, welche in centripetaler Richtung auf Ganglienherde des Cerebrospinalorgans einwirkt; beim Weber'schen Experimente aber eine Erregung, welche in peripherischer Richtung auf sympathische Ganglien durch cerebrospinale Fasern ihren Einfluss auszuüben scheint.

Diese und andere Unterschiede sind es, welche mir den Eckhard'schen Vergleich als einen zu künstlichen, zu wenig naturgemässen, erscheinen lassen.

Wie man wenigstens in der Folge sehen wird, bietet das von mir aufgefundene Hemmungs-Nervensystem der Gedärme eine viel tiefer gehende Analogie mit den Hemmungsfasern des N. Vagus dar.

Wir wenden uns nunmehr nach diesen Betrachtungen den Bestrebungen zu, welche dahin abzielten die Function der N. Splanchnici aufzudecken, da in ihnen, wie ich gefunden habe, die Hemmungsfasern des Dünndarms nach dem Sonnengeflecht herabsteigen.

Johannes Müller *) kommt durch seine Versuche zu folgender Bemerkung:

„Wendet man starke galvanische Reize auf den auf einer Glasplatte isolirten Nervus splanchnicus oder auf das Ganglion coeliacum an, so verstärken sich die Bewegungen der Gedärme allgemein.“ —

Es findet sich auf Seite 631 angegeben, dass Joh. Müller diesen Versuch mit einer Säule von 65 Plattenpaaren angestellt hat.

Wie sich später herausstellen wird, vertragen sich diese Beobachtungen meines verehrten Lehrers ganz wohl mit den meinigen, wenn man nur annehmen will, dass die Methode des Experimentes eine ganz bestimmte gewesen sei, worüber aus jenen Stellen nicht entschieden werden kann. Es ist

*) Physiologie des Menschen. Bd. I. p. 419 Aufl. 4. p. 419.

diese Deutung um so wahrscheinlicher, als auch andere Forscher die gleichen Beobachtungen gemacht haben. *)

Eine andere merkwürdige Beobachtung über die Function der N. Splanchnici findet sich bei Volkmann, welcher vom Splanchnicus major den Magen einer Katze sich zusammenziehen sah. Ich habe das bei Kaninchen niemals beobachtet **).

Zweifellos gebührt C. Ludwig das Verdienst zuerst in den Nervi splanchnici den Hemmungsnerven der Gedärme vermuthet zu haben, wie sich deutlich genug aus folgenden Stellen ergiebt, wo er sagt: „dass die Bewegung, welche auf Erregung des vom Halstheil abwärts liegenden Grenzstranges folgt, niemals momentan oder auch nur sehr kurze Zeit nach dem Beginn derselben, ja häufig erst nach dem Schluss einer länger dauernden Einwirkung der electrischen Schläge erscheint, und ferner, dass namentlich die Bewegung der Baucheingeweide, welche nach Eröffnung der Bauchhöhle spontan auftritt, in vollkommenster Ausbildung erscheint, wenn die Erregbarkeit des Rückenmarkes abgeschlossen oder ganz vernichtet ist. Beide Thatsachen können die Deutung erfahren, dass alle oder ein Theil der vom Rückenmark zu den Ganglien zweiter Ordnung sich erstreckenden Röhren zu den bewegungshemmenden zu zählen seien.“ ***)

Auf C. Ludwig's Veranlassung nun und nach der von ihm angegebenen Methode unternahm W. Hafft er †) eine Experimentaluntersuchung zur Erforschung der Function der

---

*) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. Bd. 2 Abth. 1. p. 125. §. 2348. und Abth. II. p. 429.

**) Volkmann, Müller's Archiv 1845. p. 414. 425., siehe auch Valentin a. a. O. Abth. II. p. 428.

***) Ludwig, Lehrbuch der Physiologie des Menschen Bd. I. S. 179.

†) Neue Versuche über den Nervus splanchnicus major. Zeitschrift für rationelle Medicin von Henle und Pfeuffer. N. F. IV. Bd. 3. Hft. p. 322 u. ff.

Nervi Splanchnici. Nachdem derselbe eine bei ihm nachzulesende Methode beschrieben hat, die Nervi Splanchnici ohne Eröffnung der Unterleibshöhle zu durchschneiden, bemerkt er, dass seine Abhandlung mehr den Zweck hat, durch Angabe eines bisher nicht angewandten Verfahrens den Weg zu bahnen für eine Reihe neuer Untersuchungen, als diese letzteren selbst zu liefern. Haffter schliesst aus seinen Versuchen:

1. Der Nervus Splanchnicus major ist empfindlich, weil bedeutende Schmerzensäusserungen wie bei gleich starken Aesten des Trigeminus bei der Durchschneidung stattfinden. Ich habe bei den vielen Vivisectionen, welche ich an Kaninchen anstellte, niemals eine Spur von Schmerzensäusserung beobachtet, wenn ich den Nerven durchschnitt, was aber nicht gerade gegen die Richtigkeit der Haffter'schen Beobachtung spricht, weil Kaninchen sich auch Stücke des Felles ohne alle Reaction abschneiden lassen. Gleichwohl aber gaben sie bei Schnitten durch die Muskeln sehr deutliche Schmerzenszeichen fast immer von sich.

2. Der Hunger ist nach Durchschneidung der Nervi Splanchnici nicht aufgehoben.

3. Der Nervus Splanchnicus ist nicht der motorische Nerv des Darmes, weil auch nach der Durchschneidung eingeführte Perlen weiter durch ihn fortbewegt werden.

4. Der Nervus Splanchnicus major besitzt auch keine bewegunghemmende Thätigkeit, wie sie bei dem Herzen für den Nervus Vagus constatirt ist. Denn es wurde nach Durchschneidung des N. Splanchnicus nie vermehrte Darmbewegung, Diarrhoe, beobachtet.

5. Die Einwirkung des Nervus Splanchnicus auf die Absonderung des Darmschleimes ist zweifelhaft.

Auf Grund dieser und anderer negativer Versuche scheint C. Ludwig die Hemmungsfunction des Nervus Splanchnicus

wieder zweifelhafter geworden zu sein; denn an einer späteren Stelle *) sagt er:

„Zuweilen gelingt es durch Erregung des Grenzstranges oder des Ganglion coeliacum oder der von ihm ausgehenden Nervenfäden den Dünndarm zu bewegen, ein andermal nicht. — — Der Nervus Splanchnicus scheint sich zum Darm nicht zu verhalten, wie der N. Vagus zum Herzen, denn wenn man ihn am lebenden Thiere durchschneidet, so steigert sich die Darmbewegung nicht.“

III.

Eigene Untersuchungen.

Versuch I.

Ich bin einen andern Weg als meine Vorgänger gegangen, um die Hemmungsnerven der Gedärme zu entdecken. Wenn ein Hemmungsnervensystem für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme existirt, so werden sie, dachte ich mir, gleich wie die analogen des Nervus Vagus im Cerebrospinalorgan wurzeln. Da aber diese Ursprungsstelle natürlich unbekannt war, so setzte ich mir vor, das ganze Cerebrospinalorgan mit einem Male durch den mächtigen Reiz der Electricität in Erregung zu versetzen, und während desselben die peristaltischen Bewegungen zu beobachten. Allerdings war hierbei die gleichzeitige Innervation der Motoren des Darmes zu bedenken, was ich aber darum weniger befürchtete, weil ihre Existenz mir überhaupt höchst unwahrscheinlich schien. Drohender waren die in die Unterleibshöhle einbrechenden

*) a. a. O. Bd. 2. p. 399.

Stromschleifen, welche die Gedärme in Bewegung bringen konnten. Glücklicherweise musste ich etwa die Mitte des Rückenmarks den Polen der tetanisirenden Ströme aussetzen, so dass sich von dem Dorsalmark die Erregungen secundär nach allen Nerven verbreiten konnten, wobei ich hoffte, dass die den Darm noch durchziehenden Ströme nicht mehr von ausreichender Dichte sein möchten, um die Wirkung der hemmenden Fasern durch unmittelbare Erregung der Darmmuskeln zu vereiteln.

Durch dieses Experiment in Bausch und Bogen hoffte ich einen deutlichen Fingerzeig darüber zu erhalten, ob meine Vorstellungen überhaupt der Wahrheit adäquat sein möchten. Denn ich fürchtete, diesen oder jenen Nerven nach einer längeren subtilen und eingreifenden Operation vielleicht seiner Lebenseigenschaften beraubt, zu tetanisiren und unverrichteter Sache mit negativen Resultaten abzuziehen, die ja so gar leicht zu erhalten sind.

Die specielle Ausführung des Experimentes geschah folgendermaassen:

Um die thierischen Theile zu tetanisiren, bediente ich mich des Schlittenmagnetelectromotors, wobei ich bemerken muss, dass ich die ersten Versuche mit dem Instrumente des berühmten Erfinders desselben des Herrn Prof. Emil du Bois-Reymond anstellen durfte, wofür ich ihm meinen herzlichen Dank ausspreche.

Um die thierischen Theile plötzlich beliebig lange zu tetanisiren, war der thierische Theil als Nebenschliessung zu einem die Pole der secundären Rolle verbindenden kurzen metallenen Leitungsdraht aufgenommen, welcher letztere leicht die Verbindung beider Pole aufheben und herstellen konnte. Von den Enden der secundären Rolle, in welcher die inducirten Ströme erregt werden, begeben sich also zwei Drähte nach je einem mit Quecksilber gefüllten Porzellannäpfchen,

welche durch einen gekrümmten metallenen Haken nach Belieben in leitende Verbindung mit einander gesetzt werden konnten. Ausserdem mündeten in je ein Quecksilbernäpfchen die beiden Enden der andern Drähte, welche den Inductionsstrom den thierischen Theilen zuführen sollten. So lange also das Quecksilber des einen Näpfchens durch den metallenen gekrümmten Haken mit dem des andern Näpfchens in leitender Verbindung bleibt, kreisen durch die thierischen Theile Ströme, deren Stärke sich zu dem der kurzen Leitung umgekehrt verhält, wie der respective Leitungswiderstand des thierischen Theiles zu dem der kurzen metallenen Leitung. Dass man diese die thierischen Theile durchfliessenden Ströme bei Gegenwart der metallenen Nebenschliessung in der That als vollkommen verschwindend ansehen kann, zeigt der Umstand, dass der empfindlichste Froschschenkel regungslos bleibt, selbst wenn man die secundäre Spirale ganz über die primäre schiebt, welche von Eisendrähten erfüllt ist. Inductionsströme von solcher Stärke wenden wir aber in unseren Versuchen niemals auf die Nerven unmittelbar an. Wollte man den secundären Kreis einfach öffnen und schliessen, so würde man zu unipolaren Wirkungen fortwährend Veranlassung geben und leicht in unangenehme Täuschungen verfallen. Diese störenden Wirkungen sind bei mächtigen Spannungen des secundären Kreises um so bedenklicher, als sie bei scheinbar sorgfältigster Isolation aller Apparate und des tetanisirten Theils auch dann bereits bemerkbar werden, wenn die dem Pole gegebene Ableitung nicht unendlich gross ist. Das Ausführliche hierüber ist bei du Bois-Reymond nachzulesen, welcher der Entdecker der unipolaren Zuckung ist*).

Indem wir wiederum unsere Methode zu tetanisiren in

---

*) du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Electricität Bd. I. p. 423.

das Auge fassen, müssen wir uns erinnern, dass die Schwäche der die thierischen Theile treffenden Ströme noch kein Grund ihrer Wirkungslosigkeit ist, weil, wie ebenfalls Emil du Bois-Reymond*) gezeigt hat, die Erregung der Nerven und Muskeln innerhalb gewisser Grenzen von der Stromstärke unabhängig ist und nur beeinflusst wird durch die Aenderungen dieser Stärke von einem Augenblicke zu dem andern. A priori sieht man aber, dass bei wachsendem Widerstande der Nebenschliessung wegen gleichbleibender Zeit die auf diese als Abscisse bezogene Dichtigkeitscurve sich immer mehr abflachen muss. Dass dies aber ausreichend geschieht, geht aus den Thatsachen bei ganz aufgeschobener secundärer Rolle hervor, wie wir bereits oben bemerkten.

Auf einem viereckigen Brette, in dessen Mitte sich eine länglich viereckige Oeffnung befindet, wird nun das Kaninchen aufgebunden durch Schnüre, welche um die Füsse gewunden und an Nägeln befestigt werden, die in die Seiten des Brettes eingeschlagen sind. Dreht man nun das Brett um, so dass das Kaninchen unter demselben liegt, so bietet sich der Rücken des Thieres durch die Oeffnung der Operation dar. Einige Klötze verhindern, dass der Druck des Brettes das Thier unnöthig belästige. Nunmehr hebe ich das Fell längs dem Dorsaltheil der Wirbelsäule in die Höhe und schneide die so gebildete Falte mit der Scheere ab. Durch Erfahrung fand ich, dass die günstigste Stelle zur Anlegung der Electroden der 5te oder 6te für die eine und der 10te oder 11te Brustwirbel für die andere ist. Die Methode der Anlegung der Electroden geschah so, dass ich zunächst das Ende der beiden dünnen geschmeidigen Kupferdrähte, welche die Pole der secundären Spirale des Magnetelectromotors darstellen, um das Knopfende einer Stecknadel möglichst innig herumwickelte und die Wicke-

*) du Bois-Reymond. a. a. O. Bd. I. p. 288.

lung dann noch mit einer Zange zusammenpresste, um einen besseren Contact zu erzielen. Nachdem ich darauf einen Staniolbogen mehrmals zusammengelegt hatte, schnitt ich daraus quadratische Stücke von 16^{mm} Seite und steckte diese Metall-Blättchen dann mit den Stecknadeln über den Dornfortsätzen der Rückenwirbel, welche ich oben als die günstigsten bezeichnet habe, fest, wobei man darauf Sorgfalt verwenden muss, dass das Metall die feuchten thierischen Theile möglichst innig berührt. Der ausserordentlich grosse Leitungswiderstand der thierischen Epidermis motivirt die Entfernung des Felles, und die breiten Electroden vermehren die Stärke und die gleichmässigere Ausbreitung des electrischen Stromes. Nunmehr kehrt man das Brett wieder um, so dass die Bauchseite des Kaninchens dem Beobachter zugekehrt ist. Indem man nun Falten des Felles längs der linea alba abdominis aufhebt und mit der Scheere abtrennt, entblösst man auf diese Weise die Bauchmuskeln vom untern Rand des Brustbeins, bis zur Blasengegend herab. Nachdem dies geschehen ist, erfasst man die Fascia des rectus abdominis mit der Pincette und durchschneidet dicht unter dieser die gebildete Muskelfalte so, dass die Bauchhöhle dadurch geöffnet wird. Auf der durch diese Oeffnung eingeführten Sonde trennt man die linea alba abdominis, so dass die Oeffnung sich vom processus ensiformis sterni bis zur symphysis ossium pubis erstreckt. Einen zweiten Schnitt führt man nun durch die Bauchmuskeln von der Nabelgegend aus quer bis zum oberen Rande der Nieren, so dass die Eingeweide auf diese Weise bequem aus der Unterleibshöhle ohne Zerrung neben das Thier hingelegt werden können, wodurch wir vielleicht zu Stromschleifen nach den Gedärmen weniger Veranlassung geben. Das Bild der Erscheinungen ist nun folgendes. Unmittelbar nach Eröffnung der Bauchhöhle habe ich niemals die Gedärme in Bewegung gesehen. Kaum sind aber einige Augenblicke ver-

flossen, so regen sich die Schlingen des Dünndarms und beginnen die lebhaften peristaltischen Bewegungen. Das Colon descendens und intestinum rectum treiben die in ihnen befindlichen Kothmassen zwar langsam vorwärts, aber die Contractionen sind gewöhnlich hier länger dauernd und stärker als bei dem Dünndarm. Hin und wieder bewegen sich noch die übrigen Theile des Dickdarms, sehr selten und meist nur nach dem Tode das stark angefüllte Coecum, öfter schon der übrige Theil des Colon, welcher hierbei die taschenförmigen Ausstülpungen bald einzieht, bald auftreibt. Fast ebenso bewegungslos wie das Coecum erscheint der Magen. Bei den Weibchen geräth der Uterus in peristaltische Bewegungen, welche oft fast ebenso lebhaft als die des Dünndarmes sind. Bei manchen Thieren sieht man die Blase, obwohl leer von Urin, rhythmisch sich contrahiren, wobei mit grosser Regelmässigkeit die Erschlaffungen und Zusammenziehungen in langsamer Reihe einander folgen. Endlich bemerken wir noch in längeren Intervallen eine peristaltische Welle nach der andern aus dem Nierenbecken durch die Uretheren nach der Blase herabsteigen.

Der Magnetelectromotor werde nun durch Schliessung des primären Kreises in Gang gesetzt und plötzlich dann die kurze metallene Nebenschliessung aus den Quecksilbernäpfchen ausgehoben. Das Thier liegt in mächtigem allgemeinen Tetanus, die Glieder sind ausgestreckt, die Muskeln fest und hart. Die Bewegungen der Gedärme haben aufgehört; nur das Colon descendens und intestinum rectum scheinen ganz und gar nicht beeinflusst zu werden, indem sie ihre trägen Contractionen weiter fortsetzen. Wiederholt man den Versuch öfter mit besonderer Rücksicht auf den Dünndarm, so bemerkt man die hemmende Wirkung in den bewegten Darmschlingen fast unmittelbar mit hereinbrechendem Tetanus der animalen Muskeln. In seltenen Fällen ereignet es sich, dass

man in einer Schlinge noch eine leise Contraction bemerkt. Für diejenigen, welche den Versuch wiederholen wollen, bemerke ich noch, dass man die Nebenschliessung nicht länger als wenige Secunden entfernen möge, da die Wirkung unmittelbar eintreten muss. Zeigt sich dieselbe nicht sofort, so ist sie durch längeres Tetanisiren nicht zu erlangen; sondern man hat in diesem Fall sich zu vergewissern, ob in Anlegung der Electroden kein Irrthum geschehen ist, oder ob durch andere Lagerung des bewegten ungehorsamen Darmstückes der regelrechte Erfolg erzielt wird, der hier vermuthlich durch Schleifen oder andere locale Reize vereitelt wurde, wie man annehmen muss, wenn man sonst oft zwanzig Mal und mehr hinter einander den gesammten Dünndarm bei Anstellung des Experimentes plötzlich in seiner Bewegung zusammensinken und ruhen sieht. Ich habe diesen regelwidrigen Erfolg selten beobachtet und dann immer an derselben Schlinge. Dieses Stillstehen der Gedärme erfolgt, wie ich sagte, fast unmittelbar mit dem hereinbrechenden Tetanus der animalen Muskeln und kann viel länger hervorgebracht werden, als man es beim Herzen durch Vagusreizung vermag. Im Anfang sieht man die Darmschlingen, welche sich in Folge einer lebhaften Contraction etwas aufgerichtet und in eine andere Lage gebracht hatten, der Schwere folgend, in ihre alte Lage zurücksinken und contrahirte Darmstellen wieder weit werden, worauf der gesammte Dünndarm in regungsloser Ruhe verharrt. Wenn die Bewegung des intestinum grade recht lebhaft war, wie man es ja recht häufig bei Kaninchen zu beobachten Gelegenheit findet, so ist das Experiment wegen der fast plötzlich eintretenden Ruhe ein sehr schönes und überzeugendes Phänomen. Kneift man während des Tetanisirens eine Darmstelle, so bewegt sich diese; aber diese Bewegung breitet sich nicht aus auf die benachbarten Theile, sondern die frühere Ruhe kehrt sogleich zurück. Aehnlich

erfolgt auch beim Herzen eine Systole während der Vaguserregung, wenn man das Herz mechanisch oder electrisch reizt. Stellt man nun bei unserem Versuche die Nebenschliessung wieder her, so verschwindet sofort der Tetanus in den animalen Muskeln, nicht aber die Ruhe in den Gedärmen. Erst nach 5—10 und mehr Secunden fangen sie wieder an sich zu bewegen, meistens mit grosser Lebendigkeit, welche aber nun allmählig wieder abnimmt und in trägere Bewegungen übergeht. Es ist eine höchst merkwürdige Erscheinung, welche ich bei diesem Versuche fast jedesmal beobachtet habe, dass der Darm, nachdem eine intensive Reizung die betreffenden Theile getroffen hat, in lebhafte Bewegung geräth. So habe ich oft, wenn der Darm regungslos war und deshalb der Versuch nicht angestellt werden konnte, den Strom einwirken lassen, nach dessen Aufhören der Darm sich dann zu bewegen begann. Diese Bewegung konnte ich aber sofort wieder zum Verschwinden bringen, sobald ich die thierischen Theile tetanisirte. Wie man sieht, erleichtern diese Verhältnisse unseren Versuch beträchtlich. Die nach dem Tetanisiren eintretende Ruhe dauert unter sonst gleichen Verhältnissen um so länger, je schwächer die peristaltische Bewegung vor der Reizung gewesen war, ein Gesetz, welches ganz durchgreifend und augenfällig ist. Nach dieser Ruhe regen sich erst einzelne Theile des Darmrohrs, worauf bald meist der gesammte Dünndarm in die stürmischsten Bewegungen geräth, welche allmählig, zuweilen ziemlich rasch an Intensität abnehmen, und in die träge Peristaltik übergehen, wie man dieselbe beobachtet, wenn die Gedärme ganz ruhig sich überlassen einige Zeit offen der Luft und Verdunstung ausgesetzt dagelegen haben. Welches aber die eigentliche Ursache jener nach der Ruhe eintretenden sehr lebhaften Bewegungen sei, das habe ich mir nicht ganz klar machen können. Zunächst ist man allerdings ge-

neigt, zu vermuthen, dass das unmittelbar durch den Strom betroffene Hemmungsnervensystem der Gedärme für einige Augenblicke durch die Erregung erschöpft ist und erst allmählig wieder wie auch andere electrisch gereizte Nerven seinen Einfluss auf die peristaltische Bewegung gewinnt. So einladend auch immer diese Erklärung für unsere Vorstellungen wäre, welche ja auch Ludwig für die verstärkten peristaltischen Bewegungen nach dem Tode angedeutet hat, so kann ich ihr dennoch nicht beipflichten aus Gründen, welche durch die später unten folgenden Thatsachen näher erörtert werden. Jedenfalls aber giebt uns diese Erscheinung einen wichtigen Fingerzeig für die Ursache der von andern Beobachtern nach Erregung der Nervi Splanchnici erzeugten peristaltischen Bewegung der Gedärme. Wahrscheinlich waren dieselben in dem Versuche von Joh. Müller und Andern nicht während der Reizung, sondern nach derselben eingetreten, was mir um so wahrscheinlicher ist, da man sich zu jener Zeit noch nicht des Magnetelectromotors bediente, sondern gewöhnlich, wie Joh. Müller, das mit der Hand ausgeführte Oeffnen und Schliessen einer Kette benutzte, welche durch Electrolyse sehr schnell den Nerven vernichtete.

Auf die bezeichnete Weise kann man bei einem Kaninchen den Versuch 12 — 20 Mal und mehr wiederholen, bis der Zeitpunkt eintritt, in welchem in den animalen Muskeln kein tonischer oder gar kein Krampf mehr auftritt. Sobald dies der Fall ist, bemerkt man fast immer, wie der Dünndarm trotz der electrischen Reize zu ausserordentlich lebhaften peristaltischen Bewegungen übergeht, wie selbst das Coecum sich zusammenzuziehen beginnt und das Colon seine taschenartigen Loculamenta langsam aus- und einstülpt, während im Colon descendens krampfige Zusammenziehungen die faeces nach dem rectum treiben, welches dieselben ausleert. Der gegebene Versuch ist an vielen Kaninchen wie-

derholt worden und hat sich für die Dünndärme als constant erwiesen. Ueber die Dickdärme habe ich mir bei dieser Anstellung des Versuchs aus den bezeichneten Gründen kein Urtheil bilden können. Nur das will ich anführen, dass ich häufig das Colon descendens in Bewegung gesehen habe, während die Dünndärme in Folge des Tetanisirens in Ruhe waren.

Was endlich die Stärke der anzuwendenden Ströme betrifft, so versteht es sich wohl von selbst, dass man dieselben so schwach als möglich, aber ausreichend, anwendet, um eine feste tonische Zusammenziehung der Schenkelmuskeln hervortreten zu lassen.

Zweifellos wäre es interessant genug, diesen Versuch auch an andern Thieren zu wiederholen, besonders an solchen, welche nicht Herbivoren sind, wie das Kaninchen, sondern an Carnivoren. Mein Freund Dr. C. Westphal hat über diesen Punkt eine Reihe von Versuchen an Katzen angestellt, wurde aber an der Ausführung des Versuches stets durch die absolute Ruhe der Gedärme verhindert, welche selbst dadurch nicht wich, dass er die Ströme des Magnetelectromotors durch die betreffenden Stellen der Rückengegend hindurchgehen liess, was mir bei Kaninchen recht oft gute Dienste geleistet hat.

Ich spreche das erhaltene Resultat folgendermaassen aus:

Wenn man die Electroden des inducirten Stromes an den bezeichneten Stellen einem grossen Kaninchen anlegt, so beobachtet man ein Aufhören der Bewegung der Dünndärme, wenn gleichzeitig ein kräftiger Tetanus in den animalen Muskeln auftritt.

Aus dieser Thatsache schliesse ich Folgendes. Da die directe Anwendung des electrischen Stromes auf die Eingeweide Bewegung und nicht Erschlaffung dieser Organe erzeugt, so muss der electrische Strom in unserem Versuche ausserhalb der Eingeweide gelegene Nerven getroffen haben,

deren Erregung bewegunghemmend auf die peristaltischen Contractionen der dünnen Gedärme wirkt.

Suchen wir nun zu erforschen, welches diese Hemmungsnerven seien.

Versuch II.

Indem wir uns, um einen Führer beim Experimente zu haben, nunmehr mit einigem Rechte an die Analogie der Vaguswirkung anlehnen, wird man es wahrscheinlich finden, dass die Hemmungsfasern in denjenigen Nervenstämmen liegen, welche zu den Ganglien des Sonnengeflechtes sich begeben. Diese sind: Vagus, Phrenicus, Splanchnici. Ich beginne mit der Erregung des Vagus. Nachdem ich die beiden freien Drahtenden, welche mit den thierischen Theilen in Versuch I in Berührung gesetzt worden waren, an die von Emil du Bois-Reymond erfundene stromzuführende Vorrichtung angeschraubt hatte, präparirte ich den Nervus Vagus bei einem aufgebundenen Kaninchen wie bei dem Weber'schen Versuche frei, und legte ihn auf die stromzuführenden Platinbleche, welche nunmehr die Electroden des inducirten Stromes sind. Nachdem nun auch wie in Versuch I die Bauchhöhle geöffnet war, entfernte ich die Nebenschliessung und beobachtete: Zuckung der animalen Muskeln, welche vom Vagus innervirt werden, Stillstehen des Herzens, Contraction der Speiseröhre und des Magens. Was aber die peristaltischen Bewegungen betrifft, so schienen sie bald etwas langsamer zu werden, bald wieder sich schneller zu bewegen, bald endlich mit derselben Geschwindigkeit wie zuvor sich weiter zu bewegen. Selbst wenn ich beide Nervi Vagi gleichzeitig tetanisirte, erhielt ich kein Resultat, welches mir eine Ueberzeugung verschaffte. In einigen Fällen trat eine Vermehrung der peristaltischen Bewegung so intensiv und rasch

ein, dass zweifelsohne dieselbe durch das Experiment herbeigeführt war. In diesen Fällen bemerkte ich aber, wie grosse Gasmengen aus dem Magen in das intestinum tenue durch die Contraction des ersteren eingepresst wurden und wie das Duodenum erst nach Contraction des Magens seine Bewegungen begann. Nehme ich hierzu die Fälle, bei welchen ich trotz vollkommen guter Erregbarkeit des Nervus Vagus durchaus keine bestimmte Wirkung wahrnehmen konnte, bedenkt man ferner, wie trügerisch die peristaltischen Bewegungen sind, so wird man es begreiflich finden, dass ich nach meinen Erfahrungen bis jetzt zu keiner bestimmten Ueberzeugung zu kommen vermochte. Es ist wichtig, hier noch an einige sehr interessante Erfahrungen von Eduard Weber zu erinnern. „Ich unterwarf," sagt Weber, „bei einer Schleihe die Nervi Vagi selbst oder auch die Medulla oblongata, von der sie entspringen, der Einwirkung des Stromes des Inductionsapparates. Der Magen und Darmcanal dieses Thieres lagen nach der vorausgegangenen Oeffnung der Bauchhöhle ganz unbewegt da; im Augenblick aber, wo die Nervi Vagi in ihrem Verlaufe oder an ihrem Ursprunge gereizt wurden, zogen sich dieselben mit solcher Geschwindigkeit und Heftigkeit in allen ihren Theilen zusammen, wie Scelettmuskeln, wenn ihre motorischen Nerven auf gleiche Weise gereizt werden, sie verharrten, wenn die Reizung fortdauerte, in bewegungsloser Zusammenziehung und kehrten, wenn der Strom unterbrochen wurde, ebenso augenblicklich zum ausgedehnten Zustande zurück, als sie sich bei dessen Beginne zusammengezogen hatten. *) —

Ferner: „Bei einem Hunde wurden, nachdem ihm ein Schlag auf den Kopf die Besinnung geraubt hatte und, um

*) Ed. Weber, Muskelbewegung in Wagner's Handwörterbuch. p. 49.

diese nicht zurückkehren zu lassen, die Brusthöhle auf beiden Seiten geöffnet worden war, beide Nervi Vagi am Halse blossgelegt und ein Drahtstück, welches über den Kehlkopf sich wegkrümmte mit seinen Enden unter beide Vagi geschoben und so mit ihnen in enge Berührung gebracht. Berührte man nun jeden Vagus, wo er auf dem Drahte auflag, von oben her mit einem der Leitungsdrähte, so konnte man beide Nerven zugleich durch den Strom reizen, ohne dass dieser sich andern Organen mittheilte. Nach Entfernung des Brustbeins und der Bauchdecke schlug das Herz fort, und bis Alles vorbereitet war, waren die Dünndärme durch die Luft in gelinde aber deutliche Bewegung gerathen, während der Magen sich völlig ruhig verhielt. Als nun die Leitungsdrähte an die Nervi Vagi gebracht wurden, stand das Herz nach einigen Schlägen still, der Magen aber gerieth in sehr starke Bewegung und zog sich so allgemein und heftig zusammen, wie es durch Einwirkung der Luft ohne unmittelbare Reizung seiner Wände niemals geschieht. Auch die dünnen Gedärme, welche bis dahin nur sehr schwache Bewegung machten, gingen mit einem Male zu sehr starken Bewegungen über. Denselben Erfolg habe ich zu wiederholten Malen gesehen." *)

Wir dürfen nach diesen Erfahrungen also sagen, dass mindestens durch den Nervus Vagus allein der Erfolg des Versuches I nicht erzeugt sein konnte. Wir gehen zu der Reizung des Nervus Phrenicus über.

Versuch III.

Nachdem ich ein Kaninchen auf einem Brette befestigt, betäubte ich es durch einen Schlag auf den Kopf, öffnete die

*) Eduard Weber, a. a. O. S. 50.

Brusthöhle und tetanisirte, nachdem ich die leicht freizulegenden Phrenici von ihren Adhäsionen gelöst, diese Nerven auf den stromzuführenden Platinblechen. Ich beobachtete: Contractionen des Zwerchfells. Was die peristaltischen Bewegungen betrifft, so war das Resultat ganz wie bei dem Nervus Vagus vollkommen unbestimmt, obwohl ich beide Phrenici gleichzeitig tetanisirt und den Versuch ebensooft gemacht habe als den Versuch II. Auch hier kommen wir zu demselben Schlusse wie bei der Vagusreizung.

Versuch IV.

Versuch II und III, so unbestimmt sie auch waren, zeigten das Eine mit Bestimmtheit, dass die in Versuch I beobachtete mächtige Hemmung der peristaltischen Bewegung ihren hauptsächlichsten Grund in anderen Nervenfasern haben müsse, als denjenigen, welche in dem Stamme der N. Vagi und Phrenici zum Sonnengeflecht verlaufen. Die Wahrscheinlichkeit, dass die N. Splanchnici die Hemmungsnerven des Dünndarms seien, ist offenbar gewachsen und wird durch folgenden und Versuch V zur Gewissheit. Nachdem wir Alles ebenso hergerichtet haben, als ob wir Versuch I anstellen wollten, zerschneiden wir die N. Splanchnici des Kaninchens in der Bauchhöhle auf beiden Seiten, was ich in folgender Weise ausführe. Wenn wir auf der rechten Seite beginnen, schieben wir den Magen und die Eingeweide nach links, bedecken sie mit einem weichen leinenen Tuche, heben den auf der Niere liegenden Leberlappen auf und ziehen ihn ebenso sanft nach links unter das Tuch, welches der Assistent mit den darunter liegenden Organen sanft zur Seite hält. Der grosse rechte Leberlappen liegt dicht am Zwerchfell an und stört die Operation nicht. Man fixirt nun das innere Ende des oberen Nierenrandes, fasst das darüber liegende Bindegewebe mit der Pincette, zieht es

sanft nach Aussen und gewahrt nun die rechten Nervi Splanchnici nach Innen von der Pincette. Man präparirt die Nerven frei und zerschneidet sie dann. Hierauf schiebt man den Magen und die Gedärme nach Rechts, verfährt mit dem Tuche wie vorher und gewahrt über dem inneren Nierenrande nach Innen die linken Nervi Splanchnici neben den Nebennieren, während sie auf der Aorta abdominalis zu den Ganglia coeliaca herabsteigen. Nachdem man die Bindegewebsadhäsionen des Nerven gelockert, zerschneidet man ihn ebenfalls. Das die Eingeweide bedeckende Tuch wird nun entfernt, die Gedärme ausgebreitet, die Bewegung des Dünndarms beobachtet und die Nebenschliessung hierauf aus dem Quecksilber genommen. Man beobachtet: allgemeinen Tetanus, wartet aber umsonst auf ein Stillstehen der Gedärme, welche sich weiter bewegen wie vorher. Ich habe den Versuch oft wiederholt, konnte ein Stillstehen der Gedärme aber nicht mehr bewirken. Zuweilen nur wollte es mir scheinen, als ob die Bewegungen träger wären, obwohl ich zu einer bestimmten Ueberzeugung hierin nicht gelangen konnte.

Das Resultat dieses Versuchs blieb, dass nach Zerschneidung der Nervi Splanchnici der Versuch I nicht mehr gelang, dass also die Continuität dieses Nerven an der bezeichneten Stelle nicht aufgehoben sein darf. Meines Erachtens wird hierdurch bewiesen, dass die Erregung der Nervi Splanchnici, indem dieselbe nach der peripherischen Ausbreitung dieses Nerven fortgeleitet wird, hemmend auf die peristaltischen Bewegungen des Dünndarms einwirkt. Wenn man es indessen sehr genau nehmen wollte, so wäre es möglich an dem Stringenten dieses Schlusses zu zweifeln. Bei der Wichtigkeit der Frage bin ich deshalb bemüht gewesen, den Beweis direct zu stellen, wie es im Versuch V geschehen ist.

Versuch V.

Wir machen es uns hier zur Aufgabe die Nervi Splanchnici einer Seite direct und allein zu tetanisiren, während kein anderer Theil des Körpers von dem electrischen Strome getroffen wird. Dieser Versuch hat mich viele Mühe, Zeit und andere Opfer gekostet, bis es mir gelang, die zweckmässigste Methode zu finden und mir diejenige Geschicklichkeit zu erwerben, welche nothwendig ist, damit der Versuch jedesmal gelinge. Denn einmal ist der Nerv schwerer zugänglich zu diesem Versuche und andererseits ist er ungemein zart und leicht zerreisslich. Ich erlaube mir darum Jeden, welcher den Versuch wiederholen will, zu bitten, genau diejenigen Angaben zu verfolgen, welche ich angeben werde, weil sich dieselben nach einer langen Reihe von Versuchen als die zweckmässigsten erwiesen haben. Nachdem also der Magnetelectromotor mit dem Volta'schen Elemente verbunden und die Drahtenden, welche in Versuch I direct mit dem Thiere in Verbindung gebracht wurden, an die stromzuführende Vorrichtung angebracht sind, setzt man den Magnetelectromotor in Gang und wählt diejenige Stellung der secundären gegen die primäre Spirale, bei welcher man in den feuchten Fingerspitzen, wenn sie auf die Platinbleche aufgelegt werden und die kurze Nebenschliessung nicht vorhanden ist, ein deutlich bemerkbares Stechen und Prickeln empfindet. Hierauf überzeugt man sich nochmals, ob alle Theile der Apparate im besten Stande sich befinden und geht dann zu dem Versuche mit dem Thiere über. Jene sehr grosse Vorsicht ist bei Tetanisiren des Splanchnicus darum unerlässlich, weil wir gar kein Merkmal haben, welches uns sagt, ob der Nerv nicht während der Operation seine Lebensfähigkeit eingebüsst hat und deshalb sehr leicht Täuschungen erzeugt werden können, indem man zu tetanisiren glaubt, während der Strom einen andern Weg

nimmt oder wirklich tetanisirt, aber einen todten Nerven. Bei dem Vagus haben wir Muskeläste, welche von ihm abgehen, bei Versuch I und IV den allgemeinen Tetanus, welcher als Führer dient, hier beim Splanchnicus nur unsere Vorsicht und Geschicklichkeit.

Nachdem wir über das Hand- und Fussgelenk eines noch nicht ausgewachsenen, aber auch nicht zu jungen Kaninchens Schlingen von starkem, dickem Bindfaden gelegt haben, befestigen wir das Thier auf einem undurchlöcherten Brette, indem wir es auf den Rücken legen und den Bindfaden an Nägeln befestigen, welche an dem Seitenrande des Brettes eingeschlagen sind. Das Thier werde so aufgebunden, dass man bei mässigem Zug an den befestigten Gliedern keine Verschiebung derselben hervorbringen kann. Dem Rumpfe sind allerdings noch einige Bewegungen gestattet, die aber niemals stören und, wenn sie störend würden, durch keine Befestigung verhindert werden könnten, so lange man das Thier gut bei Kräften erhalten will. Hierauf bildet man eine Hautfalte längs der linea alba, schneidet dieselbe von der symphysis pubis bis zum processus ensiformis des Brustbeins ab, hebt die linea alba an einer Stelle mit der Pincette in die Höhe, schneidet die kleine Falte dicht unter der Pincette mit der Scheere durch, schiebt nun in die Eingeweidehöhle eine Sonde und durchschneidet auf ihr die linea alba und die übrigen die Darmhöhle bildenden Häute von der symphysis pubis bis zum processus ensiformis. Gesetzt nun, man wolle den rechten Nervus Splanchnicus tetanisiren, so drehe man das wagerecht auf dem Operationstisch liegende Brett so, dass das Licht auf die rechte Seite des Thieres vom Fenster auffällt. Der Operateur stehe zu den Füssen des Thieres. Hierauf fasse man die rechten gesammten Bauchdecken in der Gegend des Nabels und durchschneide sie quer bis zu einem Punkte, den man sich in der Mitte derjenigen Linie liegend

denkt, welche die Verlängerung des äusseren Nierenrandes nach der unteren Rippe ist. Die Blutungen sind selten von Belang. Hierauf schlägt man den oberen Lappen der Wunde nach oben über den unteren Rippenrand zurück, so dass er auf der rechten Brust liegt, den unteren legt man nach aussen. Man bedeckt nun sofort die Gedärme mit einem weichen, feinen, leinenen Tuche und zieht dieselben sanft nach aussen und links; den Leberlappen, welcher auf der Niere liegt, hebt man von ihr ab und schiebt ihn zu den Gedärmen unter das Tuch; der grosse rechte Leberlappen liegt nun meistens dicht am Zwergfelle an, von dem man ihn abhebt, indem man vorsichtig zwischen ihn und das Zwergfell einen Scalpelstiel einführt und auch dieses Organ sanft nach links unter das Tuch zu den Gedärmen schiebt, sodass man nun die hinter der Leber liegende V. Cava inferior sieht, welche durch das während der Respiration auf- und absteigende Zwerchfell hindurchtritt. Nunmehr hält der Assistent die Leber mit den Gedärmen durch einen sanften Zug zur Seite nach links. Arbeitet man allein, so muss man durch die Tuchfalte die Leber festhalten, das Tuch aber durch einen Stein, wie ich dies häufig mit Erfolg gethan habe. Hierauf fixirt man den oberen Rand der Nebenniere und bemerkt eine von hier ausgehende, beträchtlich tiefe, parallel der Wirbelsäule nach der Brusthöhle heraufsteigende Furche. In dieser liegen von Bindegewebe bedeckt die Nervi Splanchnici. Indem man unmittelbar über der Nebenniere und seitlich, d. h. nach rechts von jener Furche den Finger sanft gegen die Muskeln andrückt und hierbei einen leisen Zug nach aussen, d. h. nach rechts ausübt, spannt sich ein wenig das über den Nervi Splanchnici gelegene Bindegewebe, sodass man dieselben bereits erscheinen sieht oder doch durch einen sehr flachen Einstich mit einer sehr spitzen, kleinen und guten Scheere einige jener oberflächlichen Stränge emporheben und durchschneiden

kann. Hierauf erscheinen meistens die blassen Stränge der Nervi Splanchnici, welche man aber nicht berührt haben muss. Durch jenen bezeichneten Zug mit Finger oder Pincette weichen sie ein wenig nach dem äusseren also rechten Theile der Furche, in welcher sie liegen. Nunmehr stelle man die Scheere vertical gegen das wagerecht liegende Thier und durchschneide die an der inneren Furche der Nerven befindlichen Bindegewebestränge, indem die Verbindungslinie der Spitzen der Scheere zusammenfällt mit der Längsachse der Splanchnicusfurche und die Spitzen der Scheere sich schneidend nähern, ohne dass sie den Nerven irgendwie berühren. So präparirt man von der Nebenniere aus an der inneren Seite des Nerven nach dem Zwerchfell hinauf und schont, so viel es angeht, einige kleine Arterienästchen, welche hier zuweilen ziemlich entwickelt über die Nervi Splanchnici laufen, und unangenehme die Klarheit der Operation beeinträchtigende Blutungen erzeugen können. Man beginne aber ja an der inneren Seite des Nerven, weil ihn nachher die Bindegewebestränge von selbst nach aussen ziehen, während er sich umgekehrt in die Furche tiefer zurückzieht und nun nicht von seinen inneren Adhäsionen gelöst werden kann, ohne dass er selbst angefasst wird. Ist man am Zwergfell angelangt, so verlässt man den Nerven und fasst mit der Pincette den rechten hinteren Theil des sehnigen Zwerchfellcentrums, hebt es etwas auf und schneidet es mit der Scheere ein. Sofort dringt Luft in die Brusthöhle, die rechte Lunge zieht sich zurück, die linke Lunge athmet weiter und das Thier scheint verhältnissmässig bis jetzt wenig zu leiden. Man schneidet nun in einem Bogen, dessen Convexität nach aussen, rechts und hinten gekehrt ist, um die grosse Arterie des Zwerchfells herum, schlägt darauf den Lappen, in dem die Arterie verläuft, über den linken Zwerchfelltheil, sodass nun der ganze untere rechte Brustraum frei und ohne alles Blut vor uns

liegt. Ist ein wenig Blut doch in der Wunde vorhanden, so entfernt man es sorgfältig mit einem Tuche, das besser als ein Schwamm ist. Hierauf verrückt man das Brett ein wenig so, dass das Licht auf die Hinterwand der rechten Brusthöhle auffällt, ergreift das nach aussen vom Splanchnicus in der Brusthöhle gelegene Bindegewebe, macht ihn hierdurch hinreichend sichtbar und beginnt nun mit aller erdenklichen Vorsicht das ihn nach Innen an die verschiedenen Gefässe festhaltende Bindegewebe loszupräpariren, ohne aber jemals den Nerven zu berühren oder zu ziehen. Bei dieser Operation schreitet man ebenso von unten nach oben vor, muss sich aber dabei hüten, den Nerven nicht mit einem Sehnenstreifen des M. Psoas, der schmal und weiss unter ihm liegt, zu verwechseln, was wegen der zarten gräulichen Beschaffenheit des Nerven leicht geschehen könnte. Jetzt, nachdem man denselben bis etwa zum 8. Brustwirbel verfolgt hat, verlässt man ihn wiederum und fasst mit der Pincette den hintern Zwerchfelltheil, unter welchem die Splanchnici nach der Unterleibshöhle unmittelbar hindurchtreten. Indem man diesen Zwerchfelltheil etwas nach rechts und oben zieht, entfernt sich gleichzeitig der Nervus Splanchnicus von der Wirbelsäule, und das Ende des Brusttheils über dem Zwerchfell und sein sichtbarer Anfang unter demselben bezeichnen die Richtung, welche der durch dasselbe nimmt, sodass man jetzt an seiner inneren Seite den Zwerchfellmuskel durchschneidet, bis man an die innere, d. h. linke Seite der Nervi Splanchnici kommt, um wiederum alle ihre linken Adhäsionen zu lösen, ohne sie aber selbst zu berühren. Nunmehr liegt der ganze Nerv frei vor uns, und wegen der noch vorhandenen äusseren Adhäsionen in einem nach rechts etwas convexen Bogen.

Jetzt erst durchschneidet man ihn an dem Punkte, bis zu welchem man ihn verfolgen konnte und trennt dann die nach rechts von ihm befindlichen Adhäsionen, ohne ihn aber

selbst irgendwie zu berühren oder zu zerren. Es ist dieses nunmehr sehr leicht. Hierauf begiebt sich der Operateur an die Kopfseite des Thieres und fasst mit der Pincette das durchschnittene Ende des Nerven direct, hebt es sehr vorsichtig in die Höhe, und schneidet mit der Scheere die hinter ihm liegenden, sich leicht lösenden Adhäsionen von oben nach unten bis zu der Stelle durch, wo der Nerv an der Nebenniere sich nach dem Sonnengeflecht begiebt. Hierbei darf man nicht zittern, weil dieser Nerv ausserordentlich zart ist und ein gezerrter Nerv zu dem Versuche nicht angewendet werden kann, da wir diesen Versuch nur unter den besten Bedingungen anstellen dürfen. Man beeile sich nicht bei der Präparation des Nerven, da das Thier den Versuch stets überlebt, und auch der Nerv seine Lebensfähigkeit über eine Stunde behält. Gewöhnlich ist die Operation bei einiger Uebung mit Vivisectionen nicht sehr schwierig; wenn aber Blutungen eintreten oder der Nerv im Fett verborgen liegt, so kann dieselbe recht mühsam sein oder ganz missglücken. Dass man alle Sorgfalt aufwendet, die Vena cava inferior nicht zu verletzen, versteht sich von selbst; doch ist es zuweilen kaum zu vermeiden, wenn das Thier eine plötzliche Bewegung nach rechts macht, während die scharfe Spitze der Scheere sich gerade neben ihr befindet, wie es mir mehrmals trotz der grössten Vorsicht vorgekommen ist. Nachdem das Tuch von den Gedärmen abgenommen wurde, nähert man die stromzuführende Vorrichtung vorsichtig dem Nerven, damit er bei einer Bewegung des Thieres nicht gegen das Glas gequetscht werde und legt denselben auf die stromzuführenden Bleche sehr nahe bei der Stelle, wo er in das Sonnengeflecht tritt, weil dieser Theil die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat, entweder selbst noch leitungsfähig zu sein oder zwischen sich und den Gedärmen keine Unterbrechungsstelle zu haben, und weil man ausserdem a priori nicht wissen kann, wo

die Hemmungsfasern in die Nervi Splanchnici eintreten. Durch die eben vor Auflegung des Nerven auf die Bleche der stromzuführenden Vorrichtung geschehene Ausbreitung der Gedärme in dem Abdomen, welche möglichst sanft und mit aller Sorgfalt geschehen muss, damit keine Zerrungen stattfinden, sind durch die erneute Berührung mit der Luft und die Betastung mit den Fingern, wenn sie auch noch so sanft war, die peristaltischen Bewegungen meistens recht lebhaft geworden. Zuweilen bemerkt man nun, dass einzelne tiefgehende Einschnürungen, welche local verharren, nicht weiter am Darmrohr fortlaufen und das Lumen fast vollkommen schliessen, entstanden sind, zwischen welchen blasige Auftreibungen des Darms bestehen. Diese Erscheinungen, welche immer durch locale Reizung hervorgebracht werden können, muss man vorübergehen lassen, weil gerade sie es sind, bei welchen die Wirkung der Nervi Splanchnici unsicher ist. Man warte deshalb erst ab, bis der Darm wieder seine glatte Oberfläche erhalten hat, und in sanften Bewegungen sich hin und herschiebt und contrahirt. Nunmehr hebt man plötzlich die kurze Nebenschliessung aus dem Quecksilber und beobachtet, wie stets der Dünndarm fast augenblicklich aufhört, sich zu bewegen, während der untere Theil des Colon, sowie das Rectum ihre Bewegungen fortsetzen. Das ist die allgemeine Thatsache, welche wir nunmehr näher betrachten wollen.

Am Schärfsten und Schönsten wird die Beobachtung, wenn man nach sanfter Ausbreitung der Gedärme und Auflegen des Nerven auf die Electroden 3—5 Minuten die peristaltischen Bewegungen des Dünndarms beobachtet und die Bewegung einer besonderen Schlinge unterdessen studirt. Man findet alsdann z. B. eine, welche sich bei der Contraction etwas in die Höhe stellt und sich von ihrer Unterlage erhebt, um dann bei der Erschlaffung wieder auf dieselbe zurückzusinken. Diese rhyth-

mische Bewegung zeigt die Schlinge stundenlang, nicht selten mit grosser Regelmässigkeit, wenn man sie ganz ruhig und ungestört liegen lässt. Will man nun die Beobachtung anstellen, so hebt man in dem Momente, wo die Schlinge eben die erste Spur von Contraction zeigt, um sich wieder aufzurichten, die Nebenschliessung aus dem Quecksilber und bemerkt, dass die angefangene Contraction nicht weiter geht, dass die Schlinge sich nicht erhebt, sondern in Ruhe verharrt. Hier tritt der Erfolg scheinbar momentan ein, d. h. man vermag keine Zwischenzeit zwischen Reizung und Hemmung unmittelbar zu erkennen. Da die Bewegung gewöhnlich eine sanfte langsame ist, so muss man höchstens 2 bis 3 Secunden tetanisiren, da der Versuch dann 30mal und mehr angestellt werden kann. In meiner Inauguraldissertation habe ich angegeben, man möge eine gegebene Stelle des Nerven nur einmal reizen und dann nach der peripherischen Ausbreitung mit den Electroden vorrücken. Ausserdem empfahl ich denselben Nervus Splanchnicus höchstens 4—6 Mal zu tetanisiren. Ich habe aber durch neuere Erfahrungen erkannt, dass man von einer Stelle aus, wenn der Nerv nur tief genug aufgelegt ist, fast beliebig oft den Darm zum Stehen bringt und erst spät genöthigt wird, etwas peripherischer den Nerven aufzulegen. Bei sanften Bewegungen einer Schlinge reicht ein so kurz dauerndes Tetanisiren aus, weil eine meist sehr beträchtliche Nachwirkung vorhanden ist, so dass die Klarheit des Experimentes darum nicht beeinträchtigt wird. Diese Nachwirkung dauert um so länger, je schwächer die Bewegung des Darmes vor der Erregung war und je intensiver und länger diese gedauert hat.

Hat man die Erscheinungen auf diese Weise 20—30 Mal vom rechten Nervus Splanchnicus aus erzeugt, und bemerkt man, dass er seine Erregbarkeit eingebüsst hat, was bei dieser Behandlung etwa in 1½—2 Stunden geschehen ist, so legt

man sanft die Gedärme mit Magen und Leber nach rechts und wendet sich zu dem linken Nervus Splanchnicus, dessen Präparation nicht schwer ist. Nachdem man nun von der Nabelgegend bis in die Nähe des oberen Nierenrandes einen Querschnitt durch die Bauchmuskeln geführt, wendet man sein Augenmerk auf den oberhalb der linken Nebenniere über die Aorta abdominalis hingehenden linken Nervus Splanchnicus welcher sogleich in das Sonnengeflecht hineinstrahlt. Indem man den Nerven nach oben, d. h. nach dem Zwerchfell zu verfolgt, findet man ihn weiter ziehen an der äusseren, also linken Seite der Aorta abdominalis. Mit der feinen und spitzen Scheere präparirt man die zarten Bindegewebsadhäsionen des Nervus Splanchnicus an den Seiten wie vorhin frei, durchschneidet ihn, ehe er durch das Zwergfell tritt, fasst das Ende desselben mit der Pincette, hebt es auf und präparirt die hinter ihm liegenden Bindegewebsstränge bis zu der Stelle weg, wo sich die Nervi Splanchnici über die Aorta abdominalis begeben. Das muss aber mit grosser Vorsicht geschehen, damit der Nerv nicht gezerrt, und bei Lösung der denselben an die Aorta anheftenden Bindegewebsadhäsionen diese nicht angeschnitten wird. Ausserdem hat man sich wohl zu hüten das wegen seiner dem Rücken anliegenden Lage leicht verletzliche, sehr dünne Zwerchfell nicht anzuschneiden, was nunmehr den Tod unter Convulsionen zur unmittelbaren Folge haben muss. Im Allgemeinen schienen mir die Dünndärme jetzt immer etwas lebendiger zu sein; denn es bewegten sich mehr Schlingen und zwar mit grösserer Lebhaftigkeit, als wenn nur ein Nervus Splanchnicus zerschnitten war. Doch werde ich mich noch über diesen Punkt näher aussprechen. In der früheren Weise wiederholt man nun mit dem ziemlich ausreichend langen Stück des Nerven das frühere Experiment mit gleichem Erfolge; allerdings kann man es nicht mehr so oft anstellen, da die Gedärme allmählig die Tempe-

ratur der umgebenden Luft angenommen haben und durch die Verdunstung ausgetrocknet sind. Ich tödte das Thier nunmehr durch einen Stich in den linken Zwerchfelltheil oder besser durch einen Schlag auf den Hinterkopf.

Wir wollen nunmehr noch einige andere Methoden kennen lernen, die Hemmungsfunction der Nervi Splanchnici zu studiren. Nachdem also nach geschehener Operation die Gedärme sanft ausgebreitet und der Nerv auf die stromzuführenden Bleche aufgelegt ist, beobachtet man erst 3—5 Minuten die Regungen des Dünndarms, um die Art der Bewegung einer bestimmten Schlinge zu studiren. Man findet nun z. B. eine Schlinge, welche sich fortwährend durch Contraction der Längsmuskelschicht auf ihrer horizontalen Unterlage hin und her schiebt, gleichsam hin und her pendelt, was eine ebenso gute Beobachtungsmethode abgiebt. Hat man dieses Hin- und Herpendeln eine Zeitlang beobachtet und bemerkt man z. B., dass die Schlinge eben aus einer Bewegungsrichtung nach der andern umkehren will, so beginnt man die Reizung der Nervi Splanchnici, und die Schlinge bleibt ruhig und geht nicht in die andere Richtung der Bewegung über. Nach der Ruhe aber beginnt sie diese Bewegung wieder aufzunehmen, wobei man sie wieder in irgend einer Phase der Bewegung durch Erregung der Nervi Splanchnici anhalten kann. Wenn eine Schlinge eben im Begriff steht eine neue Bewegungsrichtung anzunehmen, so erscheint der Erfolg momentan; ist sie in Bewegung bereits begriffen, so bemerkt man, dass sie noch einen kleinen Weg zurücklegt, wie beim Herzen die Ventrikel sich noch contrahiren, wenn zugleich mit anhebender Contraction der Atrien der Tetanus des Vagus beginnt. Doch ist diese zwischen Reizung und Hemmung verfliessende Zeit nur noch eben bemerkbar, sodass die Wirkung bei weniger scharfer Aufmerksamkeit momentan erscheint. Nach ungefährer Schätzung wird die zwischen Reizung und Hemmung verfliessende Zeit $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$ Se-

cunde betragen. Je langsamer die Bewegung des Darmes ist, um so schwieriger erscheint begreiflicher Weise die Beobachtung dieser Zeit.

In andern Fällen findet man eine Schlinge, welche niemals in allen ihren Muskeln gleichzeitig ausser Thätigkeit ist, sondern bald hier bald da sich contrahirt, so dass sie stets sich in einer Lage befindet, welche eine andere ist, als diejenige, welche sie bei der Unthätigkeit als Gleichgewichtslage annehmen würde. Diese Fälle sind für die Entscheidung der Frage, ob der Darm in Systole oder Diastole stille steht, von grosser Wichtigkeit Beginnt man nehmlich hier die Erregung, so sieht man das etwas contrahirte Rohr weiter werden und in seine Ruhelage hinsinken, wo es eine Zeitlang regungslos verharrt, bis die neuen Contractionen nach aufhörendem Reize der Splanchnici beginnen, um es wiederum in seine der Contraction entsprechende Lage überzuführen. Dieses schlaffe langsame Hinsinken der Schlinge kann man wiederum fast beliebig oft wiederholen und sich überzeugen, dass die Darmmuskeln während der Reizung der Nervi Splanchnici in Diastole ruhen, wie das Herz.

Die hemmende Wirkung unseres Nerven erzeugt aber diesen diastolischen Stillstand sowohl in der Längsmuskelschicht, als in der Ringmuskelschicht des Darmrohrs. Letzteres erkennt man daraus, dass Schlingen, die sich etwas verengt hatten, während der Splanchnicus-Reizung wieder weiter werden. Doch schien mir zuweilen die Wirkung auf die Längsmuskelschicht energischer und intensiver. Man kann diese Wirkung gut folgendermaassen studiren. Einen horizontalen Glascylinder nähert man den Gedärmen und hängt eine sich hin und herziehende Schlinge über diesen Stab, so dass sie über ihn frei herabhängt. Dadurch dass sich nun die Längsmuskeln contrahiren, zieht sich die Schlinge an dem Stab in die Höhe, woran man sie durch Tetanus der Splanch-

nici stets verhindern kann, sowie sie hierdurch in irgend einem Contractionszustande sofort der Schwere entsprechend herabsinkt und sich verlängert.

Recht oft habe ich folgende Erscheinung beobachtet, welche in gleicher Weise zeigt, dass während der Thätigkeit der N. Splanchnici die Längsmuskeln in Diastole ruhen. Hat man nämlich die Bauchhöhle längs der linea alba geöffnet und dann einen Querschnitt von dem Nabel bis in die Gegend über die rechte Niere durch die gesammten Bauchdecken geführt, so sinken die Gedärme vermöge ihrer Schwere und Glätte nach rechts aus dem Abdomen heraus, so dass das intestinum mesenteriale zum grossen Theile auf dem Brette neben dem Thiere liegt. An den Stellen, wo der Dünndarm wegen der grösseren Kürze des Mesenteriums nicht bis auf jene Unterlage sinken kann, sieht man, wie er sich bei seinen Contractionen wieder nach dem Abdomen heraufzieht. Beginnt man nun in irgend einem Stadium seiner Bewegung die Erregung der Nervi Splanchnici, so sinkt er schlaff, der Schwere folgend, langsam auf der abschüssigen Unterlage wieder aus dem Abdomen herab. Diese Beobachtung macht man oft, und sie erscheint stets recht überzeugend. Die passiven Bewegungen des Zurückgehens des Darmes in seine diastolische Gleichgewichtslage kann im Anfange den Ungeübten täuschen, ja unter gewissen Umständen die Klarheit des Experimentes beeinträchtigen, was ich im Folgenden durch einige Worte auseinander setzen will.

Die eben erörterten Punkte der Rückkehr in die diastolische Gleichgewichtslage sind es nämlich, welche ausserordentlich wichtig für die Darstellung des Experimentes werden, weil dieselben es wahrscheinlich waren, welche die Wirkung der Nervi Splanchnici auf die peristaltischen Bewegungen der Gedärme bisher den Experimentatoren verdeckt haben. Man muss offenbar erwägen, dass die Kräfte, welche

das Herz aus der Lage, die der Contraction entspricht, in die diastolische Gleichgewichtslage bringen, dies in verhältnissmässig kurzer Zeit ausführen, einmal darum, weil die Theilchen keinen beträchtlichen Weg von der systolischen nach der diastolischen Lage zurückzulegen brauchen und dann weil die beschleunigenden Kräfte der Theilchen verhältnissmässig nicht unbeträchtlich sind. Das Herz ruht also bald in einer Gleichgewichtslage, nachdem man begonnen hat, die Nervi Vagi zu tetanisiren. Bei den Gedärmen aber ist dieses nicht so. Ein gegebener Punkt des Darmes legt unmittelbar nachdem die Unterleibshöhle eröffnet und der Darm mit den Fingern angegriffen worden ist durch die nun stattfindenden lebhaften Zusammenziehungen beträchtliche Wege zurück. Beginnt man nun zu tetanisiren, so schicken sich allerdings die Theilchen an, in ihre Gleichgewichtslagen zurückzukehren; aber dieses geschieht langsamer als beim Herzen, und nun kann leicht der Schein entstehen, als seien diese passiven Bewegungen wirkliche peristaltische Bewegungen, wodurch man erst dann vollkommen klar die Hemmung erkennt, wenn der Splanchnicus so lange erregbar bleibt, dass auch nachdem die Gleichgewichtslage der Diastole des Darmrohrs eingetreten ist, seine hemmende Wirkung noch vorhält. So verliert man für die reine Beobachtung ein beträchtliches Stück der Thätigkeit der Nervi Splanchnici. Ist indessen noch das Thier gut im Stande, so verharrt der Darm gewöhnlich noch einige Secunden in Ruhe, nachdem er in die diastolische Gleichgewichtslage zurückgekehrt ist.

Wenn man deshalb das Thier todtschlägt und an den nun entstehenden ausserordentlich lebhaften Bewegungen des Darmrohrs die hemmende Wirkung von einem Nervus Splanchnicus aus beobachten will, so ist das Resultat nur dann etwas befriedigender, wenn man erst das Abdomen öffnet, die Splanchnici frei präparirt, dann tödtet und nun während der an-

fangenden mächtigen Bewegungen mit etwas verstärkten Strömen die Splanchnici tetanisirt. Im Anfange habe ich dann gewöhnlich sie einmal zur Ruhe bringen können, später nicht mehr. Es könnte das doch auffallen, da der analoge Versuch unter gleichen Verhältnissen am Herzen gelingt. Erstens aber bedenke man die vorige Erörterung, zweitens den Umstand, dass nach der Tödtung das Herz durchaus sich nicht intensiver contrahirt, wie im Leben, was die Gedärme thun und drittens endlich, dass das sterbende Herz immer noch durch die kurze Blutbahn sich selbst mit Blut versorgen wird, während in den entfernteren Gedärmen der Kreislauf bereits aufgehört hat, was um so mehr stattfinden dürfte, als durch die intensiven Contractionen des Darmrohres der Capillarkreislauf beeinträchtigt ist, sodass die Darmmuskeln jetzt nicht roth, sondern weissgrau aussehen. Genug ich glaube, dass durch diese Erklärung den Erscheinungen kein Zwang angethan wird, umsomehr als sie einem sterbenden Organismus angehören, der nicht vollkommen maassgebend für das sein kann, was während des unversehrten Lebens klar genug hervortritt. Leider hat es mir bis jetzt nicht gelingen wollen, eine gute Methode zu ersinnen, um beide Nervi Splanchnici gleichzeitig zu erregen, woran die grossen zwischen und über ihnen liegenden Organe schuld sind, nämlich der Magen und die Leber. Bei gleichzeitiger oder vielleicht besser auf einander folgender Erregung der beiden Nervi Splanchnici würde auch wohl dieser Punkt zu einem befriedigenderen Resultate führen.

Wir kehren wiederum zum Studium der Splanchnicuswirkung auf eine bestimmte Schlinge zurück, deren Bewegungen wir beobachten. Zuweilen nämlich zeigt dieselbe keine von jenen beschriebenen Bewegungen, sondern es contrahiren sich die Längsfasern an einer Stelle nicht in der ganzen Peripherie des Darmrohres, und nachdem sich diese Längsfaserschicht contrahirt hat, läuft die Bewegung um das

Darmrohr herum, was aber seltener so regelmässig auftritt. In diesen Fällen zeigt die Oberfläche der Schlinge fortwährende wellige Erhebungen, die weiter schreitend bald hier bald dort auf der Oberfläche erscheinen, so dass diese fast niemals ganz ruhig ist. Sobald aber die Erregung der Nervi Splanchnici beginnt, verschwinden jene Wellen, indem sich die Oberfläche glättet und ruht.

Es bleibt nun noch die Frage zu beantworten, ob die Nervi Splanchnici von nur einer Seite auch im Stande sind, ausgedehntere Bewegungen, welche vielleicht den gesammten Dünndarm einnehmen, zu sistiren. In den meisten Fällen ist, wenn man die Operation der Freilegung der N. Splanchnici beendigt hat, die nach der Oeffnung der Bauchhöhle eingetretene lebhafte peristaltische Bewegung nicht mehr über den gesammten Dünndarm verbreitet, sondern nur einzelne Schlingen sind in Bewegung. Hat man auch die von dem Tuch bedeckten Gedärme entblösst und sanft ausgebreitet, so darf man doch jetzt den Versuch nicht beginnen, um die nun allerdings wieder entstandenen lebhaften Contractionen zu hemmen. Denn diese sind die unmittelbaren Folge des mechanischen Eingriffs und können durch Erregung der Splanchnici nicht beruhigt werden. Zuweilen aber dauert die Bewegung der gesammten dünnen Gedärme an, während sie vollkommen unberührt mehrere Minuten dagelegen haben. Bei diesen Fällen habe ich mich nun überzeugt, dass die Reizung der Splanchnici einer Seite ausreicht, um den gesammten in Bewegung begriffenen Dünndarm zur Ruhe zu bringen. Ebenso kann man sich, wenn auch nicht so sicher, hiervon unmittelbar nach der Tödtung des Thieres überzeugen, wie ich bereits bemerkt habe. —

Was die Frage nun betrifft, welcher von beiden die Nervi Splanchnici einer Seite zusammensetzenden Stämmen die Hemmung erzeuge, so bringt die alleinige electrische Erregung des Splanchnicus major einer Seite sowohl, wie die des Splanch-

nicus minor den bewegten Darm zur Ruhe, wobei einer so kräftig wie der andere zu hemmen schien.

Wir wollen nunmehr das Verhalten der Dünndarmschlingen betrachten, wenn dieselben während der Reizung der Nervi Splanchnici äusseren Reizen ausgesetzt werden. Erregt man während dieser Zeit eine gegebene Stelle mit dem aus der primären Rolle abgeleiteten Extracurrentstrom, so bewegt sich dieselbe, kehrt aber sogleich zu ihrer Ruhe zurück. Ebenso fällt die Beobachtung aus, wenn eine mechanische Reizung stattfindet.

Was endlich die Darmbewegung, welche nach der durch Reizung der N. Splanchnici erzeugten Ruhe eintritt, betrifft, so scheint sie auch bei diesen Versuchen im Anfange etwas lebhafter zu sein, als dies vor der Reizung der Fall war. Allerdings ist diese Erscheinung durchaus bei Weitem nicht so auffallend, als im ersten Versuche, wo ein wahrer Sturm peristaltischer Bewegungen nach der Reizung hereinbricht. Es kann uns dieser bessere Erfolg hier nicht wohl befremden, wenn wir bedenken, dass bei dem ersten Versuche beide Nervi Splanchnici gleichzeitig innervirt werden, dass dieselben nicht aus ihrer Lage herauspräparirt, nicht gezerrt, nicht vom Kreislauf abgeschlossen, nicht erkältet sind und den vielen Schädlichkeiten unterliegen, welchen dort der freipräparirte, auf den Blechen liegende Nerv ausgesetzt ist. Endlich aber sind ausserdem noch die Eingeweide sogleich nach Eröffnung des Abdomens der Beobachtung unterworfen worden, während bei unmittelbarer Reizung erst die Operation nach Oeffnung der Unterleibshöhle zu beenden ist, während dessen die Gedärme doch immer erst der Erkältung, Verdunstung u. s. w. ausgesetzt werden. Dass auch bei diesem Versuche etwas dem ersten Experimente Aehnliches beobachtet wird, dafür sprechen noch die Erfahrungen von Johannes Müller und Anderer, welche nach, gewiss aber nicht während der Reizung der Nervi

Splanchnici Bewegung der Gedärme oder Vermehrung derselben eintreten sahen. Mit Bestimmtheit darf ich jedenfalls aus meinen Erfahrungen für unseren Versuch die Behauptung aufstellen, dass die nach der Reizung eintretenden Darmbewegungen nicht schwächer als vor der Reizung sind, obschon ich nicht zweifeln kann, dass sie im Beginn etwas lebhafter erscheinen. Wie ich beim ersten Experimente bemerkte, ist es nicht ganz klar, welches die eigentliche Ursache der nach der Reizung eintretenden dort so auffallenden Verstärkung der peristaltischen Bewegung sei. Die von Ludwig und Hoffa für das gleiche Verhalten des Herzens gegebene Deutung möchte der Wahrheit vielleicht am Nächsten kommen. *) Nach dieser Ansicht vernichtet der Nervus Vagus die bewegenden Kräfte des Herzens nicht, sondern er verhindert dieselben nur, den Muskeln Bewegungsimpulse zuzusenden, sodass während der Thätigkeit der Vagi die Reizbarkeit des Herzens „sich ansammeln" kann, um sich nachher durch eine kräftige Zukkung zu entladen. Im Sinne der Erhaltung der Kraft würden wir also sagen, dass während der Reizung der Nervi Splanchnici sich fortwährend Spannkräfte anhäufen, welche sich nach beendigter Erregung der Hemmungsfasern nun in kürzerer Zeit in Bewegung der Muskeln umsetzen. Auf diese Weise sieht man z. B. ein, weshalb es mir gelang, in Fällen, wo der Darm sich nur spurweise bewegte, stärkere Bewegungen durch Tetanisiren der Dorsalgegend zu erzeugen, weil während der Reizung die kleinen Spannkräfte sich summiren können. Ebenso ist es erklärlich, dass bei Katzen und Hunden, bei denen absolute Ruhe der Gedärme stattfindet, auch jenes Mittel fehlschlägt, weil die Erzeugung von Spannkräften in den motorischen Ganglienzellen auf Null herabgesunken ist, und deshalb auch die während der kurzen Zeit statt-

*) Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. 9.

findende Summation nicht ausreicht, in die Augen fallende Erfolge zu erzielen. Wir wollen indessen nicht vergessen, dass wir es hier nur mit einer gefälligen Hypothese zu thun haben.

Nachdem ich diese Beobachtungen, welche bei Reizung der Splanchnici gemacht wurden, dargestellt habe, bitte ich noch diejenigen, welche den Versuch wiederholen wollen, sich auf das Strengste nach meinen Angaben zu richten, welche ich mit der grössten Ausführlichkeit zu machen mir angelegen sein liess, weil ich weiss, dass der Versuch Mehreren, welche, ohne meine Methode zu kennen, denselben wiederholen wollten, entschieden misslungen ist. Gleichwohl handelt es sich nicht hier um zweifelhafte Resultate, ähnlich so manchen, welche sich auf Erregung der peristaltischen Bewegung nach Reizung dieser oder jener Nerventheile beziehen, sondern um Resultate, die fast momentan mit der Reizung erscheinen, nicht dann und wann gelingen, sondern immer 20 — 30 Mal und mehr auf stets dieselbe Weise von einem und demselben Nerven aus erzeugt werden können, wie ich das einer Reihe der berühmtesten Gelehrten des Vaterlandes habe zeigen können. Wenn andere Resultate als diese erhalten werden, so war die Anstellung des Versuches eine mangelhafte, zu welchem Ausspruche ich mich durch die grosse Zahl der über diesen Punkt von mir angestellten Experimente und durch die von mir erhaltenen, rein positiven Ergebnisse berechtigt glaube. Gleichwohl will ich bemerken, dass der Versuch viel schwerer anzustellen ist, als der analoge Versuch am Nervus Vagus, wie auch leicht aus der Lage beider Nerven bereits zum Theil erhellt.

Wir haben bis jetzt nur den Schlingen des Dünndarms unsere besondere Aufmerksamkeit zugewandt und erfahren, dass die Nervi Splanchnici einen bewegunghemmenden Einfluss auf dieselben ausüben. Wir bemerkten zwar bereits, dass das Colon descendens und Rectum in immerwährender Bewe-

gung verharrten und ihren Inhalt weiter nach abwärts schoben, obschon durch den während dessen erregten Tetanus der Nervi Splanchnici die dünnen Gedärme ruhten. Wie oft sah ich eine Schlinge des Dünndarms neben dem Colon descendens plötzlich nach Reizung der Nervi Splanchnici seine Bewegungen einstellen und in Ruhe verfallen, während in der Bewegung dieses sich gar Nichts änderte. In neuester Zeit habe ich auch noch eine Reihe von Erfahrungen über den anderen Theil des Dickdarmes mit Ausnahme des fast immer bewegungslosen Coecum gesammelt und bemerkt, dass, während die Dünndarmschlingen augenblicklich nach Erregung des Hemmungsnerven ihre Thätigkeit einstellten, der Dickdarm ruhig fortfuhr seine Taschen aus- und einzustülpen. Ich habe das zu wiederholten Malen beobachtet, während der Versuch sonst sehr gut im Stande war, sodass mir eine Wirkung der N. Splanchnici auf die dicken Gedärme höchst zweifelhaft erscheint. Wir bemerkten ausserdem, dass auch bei Erregung des Rückenmarkes keine Hemmung des Colons erzeugt werden konnte, was uns überhaupt an der Existenz der Hemmungsnerven für dasselbe zweifelhaft machen könnte. Wir dürfen aber hierbei nicht vergessen, dass jener erste Versuch zu vieldeutig ist, um diesen Schluss zu rechtfertigen, indem wir ausserdem uns noch daran erinnern, dass die stets im Colon bemerkbaren Kothmassen als stetiger Reiz auf das Intestinalrohr wirken. Wir sahen aber bereits, dass weder die Vagi noch die Splanchnici einen während ihrer Thätigkeit die Muskelsubstanz des Herzens oder Dünndarmes treffenden Reiz unwirksam zu machen vermögen, weshalb ich mich in Bezug auf die Abhängigkeit des Dickdarmes von den Nervi Splanchnici nicht ganz entschieden ausgesprochen habe.

Für die peristaltischen Bewegungen des Uterus und der Uretheren, sowie für jene rhythmischen Zusammenziehungen der Blase, welche ich bereits oben erwähnte, fehlen mir Be-

obachtungen, welche sicher genug wären, dass ich ihnen irgend einen Werth zusprechen möchte, da hier nur längere, fleissige und sorgfältige Forschungen ein Anrecht geben, einem negativen Resultate einen wirklichen Werth zuzuschreiben.

Es bleibt uns jetzt noch übrig, unseren Versuch gegen einige Verdächtigungen zu sichern, welche aus der von uns angewandten electrischen Erregung entspringen.

Zunächst und vor Allem haben wir zu zeigen, dass unser Erfolg nicht durch unipolare Wirkungen erzeugt sein kann, welche auf irgend ein in der Nähe der Nervi Splanchnici gelegenes Nervengebilde ihren Einfluss ausgeübt hätten. Da ich mit ziemlich schwachen Strömen experimentirte und etwaige schwache unipolare Wirkungen doch in der grossen Masse des Thieres sich verbreiten mussten, so stellte ich den Versuch anfänglich ohne Isolation des Kaninchens und der electrischen Apparate an, wie dies in meiner Dissertation bemerkt ist. Neuerdings habe ich aber den Versuch nochmals mit allen diesen Vorsichtsmassregeln wiederholt, wobei ich ausserdem den Nerven des stromprüfenden Schenkels unmittelbar da an das Thier anlegte, wo die Nervi Splanchnici an der Nebenniere in die Ganglia coeliaca sich hereinbegeben. Obwohl der sehr erregbare Gastrocnemius, welcher den eigenen Strom mit lebhaften Zuckungen beantwortete, während des Tetanisirens vollkommen ruhig blieb, erschien dennoch die hemmende Wirkung der Nervi Splanchnici ebenso deutlich wie sonst. Ein andermal als der Versuch, der ebenfalls mit jenen Vorsichtsmassregeln angestellt wurde, im schönsten Gange war, unterband ich die Nervi Splanchnici mit einem feuchten Faden, und alle Wirkung auf die Peristaltik war verschwunden. Endlich habe ich noch, nachdem ich mich von der energischen Wirksamkeit der Splanchnici überzeugt hatte, dieselben durchschnitten und die Schnittenden dann wieder zusammengeklebt, was zu demselben Erfolg wie vorher

führte. Von den unipolaren Wirkungen sind wir also nicht getäuscht worden.

Da glücklicherweise von den Nervi Splanchnici keine Muskeläste ausgehen, so sind wir auch enthoben, uns über die secundäre Zuckung vom Muskel aus zu verantworten.

Nur über die paradoxe Zuckung oder die vom Electrotonus herrührende secundäre Zuckung vom Nerven aus müssen wir Einiges sagen. Emil du Bois-Reymond machte bekanntlich die grosse Entdeckung, dass ein Nerv, der in einer bestimmten Strecke von einem constanten electrischen Strome durchflossen ist, auf allen auch von diesem Strome nicht betroffenen Strecken, plötzlich in derselben Richtung electromotorisch zu wirken beginnt, in welcher jener Strom, „der erregende", den Nerven, den wir uns gerade denken, durchkreist.*) Du Bois-Reymond nannte diesen Zustand des Nerven den Electrotonus, oder gemäss der über ihn aufgestellten theoretischen Vorstellung, die dipolare Anordnung der electromotorischen Molecule des Nerven oder die säulenartige Polarisation, weil ein solcher Nerv nach dem Bilde einer Volta'schen Säule thätig ist, als ob nämlich, wie in dieser, längs seiner Achse positive und negative Electromotoren, durch feuchte Leiter getrennt, auf einanderfolgten. Die vom Electrotonus herrührende Stromstärke, welche sich zum ruhenden Nervenstrome bald hinzuaddirt, bald von ihm abzieht, nimmt rasch mit der Entfernung von den Electroden ab und wächst ausserdem, bis zu einer gewissen noch unbekannten Grenze proportional der Dichte des erregenden Stromes.**) Bis jetzt ist noch keine Grenze der Geschwindigkeit bekannt, mit welcher die electrischen Molecule des Nerven in den dipolaren Zustand überzugehen

*) du Bois-Reymond a. a. O. Bd. II. p. 289.
**) du Bois-Reymond a. a. O. Bd. II. p. 416.

vermögen, sodass die kurze Dauer der Oeffnungsinductionsschläge ausreicht, die säulenartige Polarisation zu erzeugen. *) Kein anderer feuchter Leiter zeigt jemals eine ähnliche Erscheinung, wie sie denn auch rasch mit der Leistungsfähigkeit des Nerven abnimmt und mit seinem Tode erlischt.

Wenn wir also zwei Nerven an einander legen und in einem dieser dann plötzlich die säulenartige Polarisation erzeugen, so muss der andere sofort von abgeleiteten Strömen derselben durchkreist sein und demnach um so mehr erregt werden, als der im Allgemeinen schwächere ruhende Nervenstrom bereits ausreicht, Zuckung zu bewirken. So zeigte also du Bois-Reymond, dass für die electrische Erregung das sonst in der Nervenphysiologie geltende Gesetz der isolirten Leitung des Nervenprincips, wie man es zu nennen beliebt, nicht mehr Geltung hat. **) So vermochte er sogar von den Empfindungswurzeln des Rückenmarks aus ***), obschon sie nicht mehr mit diesem zusammenhängen, um reflectorisch zu wirken, also in direct centrifugaler Richtung die Muskeln des Schenkels zur Contraction anzuregen oder nach zerstörtem Rückenmark einen Nerven von seinen Aesten aus zu erregen, was er vorzugsweise die paradoxe Zuckung genannt hat. †) Diese secundäre Erregung findet bei einiger Entfernung von den Electroden nicht mehr statt, obschon hier immerhin die bei der Nervenerregung eintretende und sehr langsam mit der Entfernung von den Electroden an Stärke abnehmende negative Schwankung des ruhenden Nervenstromes vollkommen kräftig hervortritt, sodass die secundäre oder paradoxe Zuckung durch den Electrotonus erzeugt sein muss. ††) Hierfür spricht

---

*) du Bois-Reymond a. a. O. Bd. II. p. 390 u. ff.

**) du Bois-Reymond a. a. O. Bd. II. p. 528 u. ff.

***) du Bois-Reymond a. a. O. Bd. II. p. 595.

†) du Bois-Reymond a. a. O. Bd. II. p. 548 u. ff.

††) du Bois-Reymond a. a. O. Bd. II. p. 532.

ausserdem noch der Umstand, dass jede andere als die electrische Erregung die secundäre Zuckung vom Nerven aus nicht zu erzeugen vermag, da sie keinen am Multiplicator nachweisbaren electrotonischen Zustand, wohl aber negative Schwankung des ruhenden Nervenstromes bedingt. *)

Was ich nun also anführen kann, um zu zeigen, dass wir es hier mit solchen secundären Phänomenen nicht zu thun haben, ist Folgendes. Zunächst ist mir der Hemmungsversuch von Stellen des Splanchnicus aus gelungen, welche unmittelbar über dem Zwergfelle gelegen sind, so dass noch ein beträchtliches Nervenstück bis zu dem Sonnengeflechte von der unmittelbar erregten Strecke ab vorhanden war; zweitens habe ich den lange herauspräparirten Splanchnicus zerschnitten und das untere Stück an das obere angelegt und dann das obere sehr dicht an dem untern tetanisirt, ohne jemals irgend welche Wirkung auf die Gedärme zu beobachten. Endlich weiss ich aber durch Versuche an dem Frosche, dass bei Inductionsströmen von der angewandten bezeichneten Stärke sonderbarer Weise die secundäre Zuckung nur ganz im Anfange des Versuches einige Mal sehr schwach eintritt und dann nicht weiter erzeugt werden kann, während der durch gleich starke Ströme erzeugte primäre Tetanus lange anhält und sehr oft wiederholt werden kann. Wie wir nun oben gesehen haben, vermochten wir 30mal und mehr von demselben Nerven aus, welcher bis zu 2 Stunden auf den Electroden gelegen hatte, Stillstand der Gedärme zu erzeugen, was wenig verträglich mit der Vergänglichkeit der secundären Erscheinungen ist. Obschon dieses die Möglichkeit secundärer Wirkungen in unserem Versuche nicht ganz widerlegt, so wird es doch im höchsten Grade wahrscheinlich, dass wir es hier mit einem primären Phänomen zu thun haben.

---

*) du Bois-Reymond a. a. O. Bd. II. p. 536.

Da die chemische Reizung die secundäre Zuckung vom Nerven aus nicht erzeugt, so habe ich dieselbe auf den Splanchnicus angewandt; da aber so zu jedem Versuche ein Kaninchen verbraucht wird und die chemische Reizung in ihrem Erfolg nicht unmittelbar auftritt, so haben die so erhaltenen Resultate mich wenig befriedigt.

Am Meisten möchte ich noch von der mechanischen Reizung hoffen, seitdem durch Heidenhain ein Apparat angegeben ist, welcher einen lang andauernden ruhigen Tetanus beim stromprüfenden Schenkel von einer und derselben Stelle des Nervus Ischiadicus aus erzeugt. Dieser Apparat besteht in einem durch einen Electromagneten nach bekanntem Principe in Bewegung gesetzten Elfenbeinhämmerchen, welches immerfort auf den Nerven klopft und merkwürdiger Weise denselben dauernd tetanisirt.*) Obwohl dieser Tetanus den durch Electricität und Strychninvergiftung erzeugten an Intensität nicht erreicht, so ist derselbe dennoch als wirklich tonischer Krampf vorhanden, wie ich mich zu überzeugen Gelegenheit hatte, als Herr Dr. Heidenhain so freundlich war, Herrn Prof. du Bois-Reymond und mir den Versuch zu zeigen. Wir werden also nicht verlangen dürfen, lebhafte peristaltische Bewegungen durch diese Methode zur Ruhe zu bringen. Wartet man aber ab, bis sich nur noch einzelne Schlingen sanft und langsam bewegen, so möchte vielleicht ein überzeugender Erfolg zu erzielen sein. Allerdings muss zur Anstellung dieses Versuchs der Heidenhain'sche Apparat bedeutende Abänderungen erfahren, weshalb ich bis jetzt noch nicht dazu gekommen bin, den Versuch anzustellen. Ich habe mir aber vorgenommen, dies in der Folge auszuführen.

Zum Schlusse will ich noch auf einige Umstände auf-

---

*) Heidenhain, Physiologische Studien, Berlin 1856. Art. IV. Neue Methode, motorische Nerven auf mechanischem Wege zu tetanisiren.

merksam machen, welche zuweilen den Versuch sehr erschweren oder ganz unmöglich machen. Bei ausgewachsenen Kaninchen befindet sich der Splanchnicus in ein ziemlich starkes Fettlager eingebettet, welches für die Freilegung des Nerven sehr störend ist, aus welchem Grunde ich nicht ganz ausgewachsene Kaninchen wähle, bei denen man meist sehr wenige Fettablagerungen vorfindet. Zuweilen endlich bekömmt man Thiere, besonders schwangere Weibchen, welche die Operation nicht ertragen und in Krämpfe verfallen, sodass nicht allein das unverletzte Freilegen, sondern auch das Aufbringen des Nerven auf die stromzuführenden Bleche unmöglich gemacht wird. Solche Thiere sind unbrauchbar zu dem Versuche. Bei ganz jungen Kaninchen ist die Operation für diesen Versuch am leichtesten, wogegen die peristaltischen Bewegungen ausserordentlich rasch aufhören oder zu grosser Langsamkeit und Trägheit herabsinken, was vielleicht daraus erklärlich ist, dass die Verdunstungsoberfläche in dem Vergleich zu dem Volum der Gedärme sehr gross ist. Endlich aber kommen zuweilen Thiere vor, bei denen der Dünndarm sich absolut gar nicht bewegt. Nach meiner Erfahrung war dies immer an Sommertagen, bei welchen das Thermometer eine Temperatur nahe der Blutwärme anzeigte. Es ist mir dies zwar öfter vorgekommen; ich will aber darum keinen nothwendigen Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen behaupten. Diese hartnäckige Ruhe wird auch durch Betasten oder unmittelbares Electrisiren der Gedärme nicht gebessert, sondern nach den hierdurch allerdings entstehenden Bewegungen sinkt der Darm zu seiner früheren Unthätigkeit zurück. Manchmal hilft es, denselben anders zu legen, sodass neue Schlingen der Luft ausgesetzt werden. Dieses Mittel nützt in den meisten Fällen, wenn vorher bereits Bewegungen längere Zeit bestanden haben und allmählig verschwunden sind. In jenem Falle absoluter Unthätigkeit aber muss man ab-

warten, ob mit der Zeit nach $\frac{1}{2}$—1 Stunde Bewegungen erscheinen. Ist dieses nicht der Fall, so ist der Versuch als missglükt anzusehen. —

Bis hierher haben wir die Wirkung der Erregung der Nervi Splanchnici auf die peristaltischen Bewegungen der Gedärme betrachtet. Wir gehen dazu über zu erforschen, wie sich die peristaltischen Bewegungen nach Lähmung ihrer Hemmungsfasern verhalten. Der analoge Versuch beim Nervus Vagus, der bereits Valsalva bekannt war, erzeugt bekannter Maassen eine enorme Vermehrung des Pulses bei Säugethieren, während dies beim Frosche bis jetzt nicht bestimmt beobachtet worden ist. Ludwig und Hafftler behaupten bereits, dass nach Durchschneidung der Nervi Splanchnici die peristaltischen Bewegungen an Lebhaftigkeit nicht gewinnen. Ich möchte dieser Behauptung weder beipflichten noch ihr mit Entschiedenheit widersprechen.

Durch meine Versuche über diesen Punkt kam ich allerdings zu der Ueberzeugung, dass eine solche Vermehrung in der Stärke der peristaltischen Bewegungen, wie man dieselben nach der Tödtung des Thieres auftreten sieht, ohne Frage nicht vorhanden ist, was sich leicht nach Durchschneidung beider N. Splanchnici bei unmittelbarer Inspection der Eingeweide ergiebt. Hieraus folgt also für die Frage nach der Ursache jener Vermehrung nach dem Tode, dass sie in der Erlahmung des hemmenden Nervensystemes ihren Grund nicht hat. Man könnte zwar auf die Vermuthung kommen, dass der Dünndarm noch andere Hemmungsfasern besitze, welche vielleicht in anderen einzelnen zerstreuten Bahnen nach dem Plexus coeliacus sich begeben und, weil sie aus tieferen Stellen der pars lumbalis nervi sympathici unmittelbar entspringen, nicht mehr vom Strome im Versuche I und IV erreicht worden wären. Aus dem ersten Versuche erfahren wir aber, wie mächtig die hemmende Wirkung bei Tetanisiren der Dorsalge-

gend des Thieres auftritt, und wie dieselbe (im Versuche IV.) nach Durchschneidung der N. Splanchnici vollständig vernichtet ist. Es scheint mir deshalb unwahrscheinlich, dass noch andere hemmende Fasern von irgend in Betracht kommender Menge neben den N. Splanchnici existiren. Es bliebe nun aber immer noch die Frage, ob nach der Zerschneidung der N. Splanchnici auf beiden Seiten nicht doch eine Vermehrung in der Lebhaftigkeit der Peristaltik eintrete, die aber weniger auffallend und deshalb schwerer zu beobachten sei, als bei jenen nach dem Tode auftretenden Bewegungen. Beim Kaninchen wird dies allerdings schwer zu bestimmen sein. Ich habe deshalb denselben Versuch bei einem Hunde und einer Katze angestellt, welche aber weder vor noch nach der Section der Nervi Splanchnici peristaltische Bewegungen in den Gedärmen zeigten. Nichts destoweniger glaube ich, dass durch eine längere Reihe von Untersuchungen an Kaninchen diese Frage vielleicht doch zu entscheiden wäre, wenn man nämlich den Versuch folgendermaassen einrichtete. Zuerst müssten die Nervi Splanchnici auf beiden Seiten freigelegt und dann durch Umstechung derselben die Schleife eines feuchten Fadens um sie gelegt werden. Hierauf würde man die Gedärme ausbreiten und ihre Bewegungen etwa $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Stunde lang beobachten. In dieser Zeit beruhigen sich gewöhnlich die meisten Schlingen, wenn man dieselben ganz ungestört ruhen lässt, und nur eine oder die andere zeigt langsame und träge peristaltische Bewegungen. Würde man jetzt die Schleifen zusammenziehen, ohne dass hierbei die Gedärme berührt oder irgendwie bewegt würden, so glaube ich, dass man nach einer längeren Reihe von Beobachtungen vielleicht doch eine Vermehrung der peristaltischen Bewegung constatiren könnte. Wenn man aber die Bewegungen erst fixirt, dann die Splanchnici zerschneidet, indem man die Gedärme bei Section des rechten Nerven nach links schiebt, bei Section des linken nach rechts,

so kann man natürlich zu keinem Resultate gelangen, weil man ja gar nicht ermessen kann, was der mechanische Eingriff gethan hat. Jedenfalls folgt auch aus den von Ludwig und Haffter angegebenen Thatsachen nichts Entscheidendes für unsere Frage, da sie ihren Schluss aus der nicht vorhandenen Diarrhoe herleiten. Es folgt dies um so weniger, als hierbei der Dickdarm vorzüglich in Betracht kommt, auf welchen die hemmende Wirkung der Nervi Splanchnici, wie wir gesehen haben, sich nicht zu erstrecken scheint.

Wenn aber in Wirklichkeit nach der Durchschneidung der N. Splanchnici, wie Ludwig und Haffter behaupten, im Allgemeinen keine Vermehrung in der Stärke der peristaltischen Bewegungen eintreten würde, so dürften wir doch nicht hieraus den Schluss ziehen, dass dem N. Splanchnicus überhaupt keine bewegunghemmende Thätigkeit zukommt, wie das von Haffter mit aller Bestimmtheit geschehen ist und von Ludwig ebenfalls angenommen zu werden scheint. Obgleich z. B. nach Durchschneidung der N. Vagi des Frosches eine Vermehrung in der Frequenz des Pulses bis jetzt nicht constatirt worden ist, so hemmt die Erregung der N. Vagi nichts desto weniger so gut das Herz des Frosches als das des Säugethieres. Aus jener Thatsache würden wir also nur schliessen können, dass, wenn den Nervi Splanchnici die bewegunghemmende Thätigkeit zukommt, der Tonus ihnen abgeht, den Haffter in seiner Argumentation offenbar als eine feststehende Thatsache für alle Nerven voraussetzt. Aber selbst Ludwig sagt doch über den Tonus *): „Nach einer allgemeinen Annahme sollen alle mit dem Rückenmark noch in Verbindung stehenden Nerven in einem dauernden, wenn auch niederen Grad von Erregung erhalten werden. Wenn diese Annahme sich auf vollkommen sichere Thatsachen

*) C. Ludwig, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I. p. 152.

stützte, so würde daraus folgen, dass im Rückenmark entweder die gewöhnlichen Lebensbedingungen (Blutlauf, Anwesenheit sauerstoffhaltiger Flüssigkeiten u. s. w.) schon als Erregungsmittel wirkten, oder dass neue und besonders erregende Ursachen dort vorhanden seien. Die Thatsachen aber zwingen zu dieser Annahme vorerst noch keineswegs.“ Hieraus würde also folgen, dass die Section der Nervi Splanchnici, wenn sie des Tonus entbehren, im Allgemeinen auch keine Vermehrung in der Lebhaftigkeit der peristaltischen Bewegungen erzeugt, obschon diese Nerven, wenn sie zur Thätigkeit übergehen, die peristaltischen Bewegungen zu hemmen vermögen, und dann offenbar, wie wir wissen, je nach dem Grade ihrer Thätigkeit dieselben verlangsamen oder ganz sistiren, womit im Grunde genommen bewiesen ist, was Haffter und Ludwig geläugnet haben. Allerdings fassten sie die Thätigkeit der Splanchnici auf die Peristaltik als eine stetige fortwährende auf, was ja aber nicht nothwendig ist. Für den Nervus Vagus giebt es allerdings ohne Zweifel einen Tonus, d. h. eine stetige Thätigkeit, was uns aber weniger auffallen kann, da dieser Nerv ein in fortwährender Arbeit begriffenes Organ gleichsam zu reguliren hat. Da der Dünndarm seine Function als Bewegungsorgan bei Weitem seltner ausübt als das Herz, so wäre es wohl denkbar, dass auch die N. Splanchnici nur in dieser Zeit der Thätigkeit desselben ihre Arbeit beginnen, während sie nachher zugleich mit den motorischen Ganglienzellen des Darms wiederum zu ihrer früheren Ruhe zurückkehren.

Ehe wir diesen unseren Hauptversuch verlassen, wollen wir noch einen Blick auf die Mechanik werfen, durch welche es den Nervi Splanchnici möglich wird, die peristaltische Bewegung zu hemmen. Wie wir bereits oft genug hervorgehoben haben, wählen wir uns unter den vorhandenen Hypothesen zur Erklärung der analogen Erscheinung am Herzen

diejenige aus, nach welcher die Hemmungsfasern mit den betreffenden motorischen Ganglienzellen in Verbindung stehen, und deren Innervation irgendwie zu stören vermögen. Eine andere Hypothese für die Erklärung der Vaguswirkung ist von Brown-Séquard gegeben worden, welcher die Rami cardiaci des N. Vagus für die vasomotorischen Nerven der Arteriae coronariae cordis ansieht. Wenn Reizung dieser Fasern Verengerung der letzteren, Durchschneidung aber Erweiterung erzenge, so soll nach Brown-Séquard die Abnahme des Blutes in der Herzsubstanz zum Stillstande der Herzthätigkeit, Zunahme der Blutmenge zu erhöhter Thätigkeit des Herzens führen. Obschon wir diese Hypothese für äusserst unwahrscheinlich halten, so müssen wir doch darauf vorbereitet sein, dass die gleiche Hypothese zur Erklärung der hemmenden Wirkung der Nervi Splanchnici aufgestellt werden dürfte. Hier können wir uns aber bereits an einige Versuche anlehnen, welche in neuester Zeit über die Einwirkung des Blutstromes auf die peristaltischen Bewegungen angestellt worden sind. Nach Brown-Séquard*) ist die nach Eröffnung des Abdomens auftretende lebhafte Bewegung in einer Reizung durch das venöse Blut zu suchen, während Schiff**) als Ursache die gestörte Blutbewegung in den Gefässen des Darmes ansieht. Denn nach Compression der Aorta bei lebenden Thieren unterhalb des Zwergfelles sollen die Gedärme ebenso stark in Bewegung gerathen, als nach dem Tode, während nach aufhörendem Drucke wiederum Ruhe eintrat. Betz***) kam bei Wiederholung dieses Versuches nicht zu denselben Resultaten, indem nach ihm eine Blutanhäufung die Contraction mecha-

---

*) Gaz. méd. de Paris 1851. p. 645.

**) Frorieps Tagesberichte. 1851. No. 327.

***) Zeitschrift für rationelle Medicin. 1851. Bd. I.

nisch hemmt. Donders giebt aber an, den von Schiff beobachteten Erfolg nach Compression der Aorta bei einer Katze bestätigt gefunden zu haben. Manchmal soll aber auch nach Donders bei Compression der Pfortader eine Vermehrung in der Stärke der peristaltischen Bewegungen eingetreten sein, wodurch doch eine Anhäufung von Blut in den Gedärmen erzeugt würde. *) Donders ist deshalb eher geneigt in jeder Veränderung des Blutlaufs eine Veranlassung zu Contractionen zu finden, nicht aber in der Anämie oder Hyperämie. Mit diesen Beobachtungen ist es nun offenbar nicht verträglich anzunehmen, dass die N. Splanchnici, weil sie vasomotorische Nerven sind, und beim Tetanisiren die Darmgefässe verengen, hierdurch die Gedärme zum Stillstande bringen. Denn nach jenen Beobachtungen müsste gerade eine Vermehrung der peristaltischen Bewegung eintreten, nach Schiff, weil auch hier kein oder weniger Blut den Gedärmen zugeführt wird, nach Donders, weil eine Veränderung in dem Blutlaufe eingetreten ist, nach Betz, weil ja die Blutanhäufung die Contractionen mechanisch hemmt, während hier gerade Vermin-der Blutmenge durch die sich contrahirenden Arterien stattfinden würde. Bekanntlich wurde ja durch Brown-Séquard und mich nachgewiesen, dass die electrische Erregung des Nerven Contraction der Arterien, niemals aber Erschlaffung derselben erzeugt. *) Hiernach würden wir also, wie ich glaube, den Thatsachen am Besten Rechnung tragen, wenn wir bei der Hypothese bleiben, welche ich zur vorläufigen Erklärung der Hemmungswirkung der Nervi Splanchnici vorgeschlagen habe. Sollten sich aber Thatsachen ergeben, welche

*) Donders, Physiologie des Menschen. Deutsche Uebersetzung von Theile. Bd. I. p. 296.

**) E. Pflüger, Ueber die Einwirkung der vorderen Rückenmarks-wurzeln auf das Lumen der Gefässe. Allgemeine medicinische Central-Zeitung 1855 u. 1856.

mit dieser Vorstellungsweise unverträglich erscheinen, so werde ich nicht anstehen, sie fallen zu lassen.

Versuch VI.

Wir wenden uns jetzo zu der Frage, ob das Centralorgan für die Hemmungsfasern im Cerebrospinalmark gelegen, wie das der Nervi Vagi.

Aus dem Versuche I folgt hierüber gar Nichts; denn der electrische Strom betritt alle Bahnen, die ihm geboten werden, jede nach Maassgabe ihrer Leitungsfähigkeit. Darum erfüllt derselbe im ersten Versuche das ganze Thier, allerdings mit immer mehr abnehmender Dichte je weiter wir uns von den Electroden entfernen. Gleichmässig trifft er also das Rückenmark, die pars thoracica nervi sympathici, sowie unmittelbar die Nervi Splanchnici, welche von diesem auszugehen scheinen. Auf electrischem Wege wird man hier immer nur sehr schwer zu ganz überzeugenden Resultaten gelangen. Ich wandte mich deshalb zur Entscheidung dieser Frage zur mechanischen Reizung des Dorsalmarks. Nachdem ich dasselbe freigelegt hatte, was mit einer beträchtlichen Blutung verknüpft ist, stellte ich das Brett, auf welchem das Thier mit dem Bauche auflag, vertical. Durch eine in dem Brett befindliche Oeffnung öffnete ich die Unterleibshöhle, sodass die Gedärme durch diese Oeffnung heranstraten, um dann auf einem horizontalen Brette zu ruhen, sodass ihre Bewegungen bequem zu beobachten waren. Indem ich nun dieselben beobachtete, zerstörte der Assistent das Dorsalmark mit einer Nadel, wobei das Thier in schnell vorübergehende Zuckungen verfiel. Im Allgemeinen schien es mir, als ob die Bewegungen auf einige Augenblicke aussetzten. Ich wiederholte den Versuch an noch mehreren Kaninchen, ohne dass

mir die kurze Dauer des Tetanus erlaubt hätte, zu einer bestimmteren Ueberzeugung zu gelangen.

Für die chemische Reizung fanden die bereits angeführten, obschon hier minder beträchtlichen Uebelstände statt.

Was ich also dafür anführen könnte, dass die Hemmungsfasern der Nervi Splanchnici ihren Innervationsherd im Cerebrospinalorgan haben, sind folgende Punkte. Zuerst und vor Allem die Analogie mit der Endigung der Hemmungsfasern der Nervi Vagi in der Medulla oblongata, was an Fröschen hat ausgemacht werden können, zweitens aber folgende positive Thatsache, welche ich, ohne dass ich sie suchte, zufällig beobachtete.

Im vorigen Jahre bewies ich bekanntlich, dass die Arterien des Körpers von den vordern Wurzeln der Rückenmarksnerven zur Contraction angeregt werden können. Nachdem ich dieses für die Arterien der Schwimmhaut dargethan hatte, richtete ich mein Augenmerk darauf, das Gleiche für die im Mesenterium des Frosches verlaufenden Arterien zu beweisen. Zu dem Ende befestigte ich einen Frosch auf einem Brettchen so, dass er auf ihm mit der Seite seines Körpers auflag. Vorher hatte ich das ganze Cerebrospinalorgan von hinten freigelegt, unmittelbar unter der Medulla oblongata einen Schnitt quer durch dasselbe gemacht und die zu den Schenkeln gehenden Nervenwurzeln sämmtlich an der Stelle durchschnitten, wo dieselben durch die Foramina intervertebralia nach dem Körper hinaustreten. An der Cauda equina hob ich nun nach Loslösung des Conus medullaris von seiner unteren Adhäsion, das Rückenmark sehr sanft empor und legte den Conus nebst Cauda equina auf die stromzuführenden Bleche. Durch einen Schnitt war das Abdomen geöffnet, sodass die Gedärme heraushingen, wenn ich den Frosch mit dem Bauch nach unten horizontal aufstellte, um durch das wagerecht stehende Rohr des Microscops die Blutcirculation im Mesen-

terium zu beobachten. Die peristaltischen Bewegungen des Froschdarms, die mir viel zu schwach schienen, um an ihnen die Hemmungswirkung der dem Splanchnicus der Säugethiere analogen Fasern zu beobachten, waren nun bei 100maliger Vergrösserung viel zu beträchlich, um es mir möglich zu machen, die Theilstriche des Micrometers auf die Conturen der Arterie einzustellen. Da ich an der Schwimmhaut die vollkommene Schliessung des Lumens der grössten Arterien nach Reizung der vordern Wurzeln beobachtet hatte, entschlug ich mich des Micrometers ganz und begann plötzlich die Medulla spinalis zu tetanisiren. Es entstand durch den im Körper auftretenden Tetanus eine kleine Verschiebung des Bildes, dann aber war es ruhig — offenbar hatten die peristaltischen Bewegungen aufgehört. Ich wiederholte den Versuch nochmals mit gleichem Erfolge. Im Allgemeinen wird aber auch diese Methode nicht ganz brauchbar sein, weil bei eintretenden passiven Bewegungen, die hier zufällig kaum bemerkbar waren, an dem kleinen Bilde, das unmittelbar nicht einmal den Darmmuskel bietet, die Sicherheit der Beobachtung illusorisch wird. Ich kann mich also nicht auf dieses Experiment zur Begründung meiner Ansicht berufen und muss es weiteren Forschungen überlassen, zu einem befriedigenderen Resultate zu gelangen, als es mir zu erreichen vergönnt war.

Ehe ich diese Abhandlung schliesse, möge es mir gestattet sein, einige allgemeine Betrachtungen an diese Untersuchungen anzuknüpfen, welche zwar hypothetischer Natur sind,

gleichwohl aber vielleicht als Basis für neue Untersuchungen benutzt werden können. Wenn es wahr ist, dass die Hemmungsfasern der Rami cardiaci Nervi Vagi und die analogen der Nervi Splanchnici dadurch ihre hemmende Wirkung auf die ihnen unterworfenen Muskelgebilde ausüben, dass sie in Beziehung treten mit den Ganglienzellenhaufen, welche als automatische Centralorgane die Bewegungen jener Theile erzeugen, so werden wir hingewiesen auf eine klar vorliegende merkwürdige Beziehung des Cerebrospinalorgans zu zweien der mächtigsten sympathischen Geflechte. Wenn es erlaubt ist, aus wohl constatirten Thatsachen Schlüsse zu ziehen zur Beurtheilung analoger Verhältnisse, so könnte man wohl die Vermuthung aufstellen, wir hätten in jenem Verhalten der Hemmungsfasern der Nervi Vagi und Nervi Splanchnici nichts geringeres entdeckt, als zwei specielle Fälle eines allgemeineren Gesetzes, welches die Beziehung des Cerebrospinalorgans zum physiologischen Nervus Sympathicus darlegt, sodass die Frage nach der Abhängigkeit dieses letztern von jenem Nervensystem ganz anders zu beantworten wäre, als es jemals von irgend einem Forscher vermuthet worden ist. Unter dem physiologischen Sympathicus würde ich aber die im Körper zerstreuten Ganglienzellenhaufen mit den von ihnen ausgehenden, nach der Peripherie verlaufenden Primitivnervenfasern ansehen, welche als automatische Centra zur Erregung der von ihnen abhängigen Bewegungen des Cerebrospinalorganes nicht bedürfen. Von diesem Gesichtspunkt aus hatte ich meine Untersuchung über die Innervation der Gefässe angestellt, wobei ich allerdings fand, dass umgekehrt die Gefässe ihre motorischen Centren im Rückenmarke haben müssen, worauf auch bereits bekannte, von Budge und Schiff gefundene Thatsachen hinzuweisen schienen.

Ich will hierbei nicht unterlassen scharf hervorzuheben, dass ich diese allgemeinen Erörterungen nur mit dem gröss-

ten Vorbehalte mache, weil die Complicationen der thierischen Maschine zu bedeutend sind, als dass wir nicht mit stetem Zweifel jeden Schritt des Gedankens betrachten müssten, welcher in das Dunkel unbekannter Vorgänge den Thatsachen vorauseilt. Er hat Werth als Basis für neue Experimente und keinen anderen. —

Es sei mir endlich noch gestattet, in einigen Sätzen die hauptsächlichsten Resultate meiner Untersuchungen über die Hemmungsnerven des Darmes zusammenzustellen, wobei wir die analogen Erscheinungen in dem Verhalten der N. Vagi und Splanchnici nebeneinander aufführen wollen.

N. Splanchnicus.	N. Vagus.
I. Die Erregung der Nervi Splanchnici erzeugt fast augenblicklichen Stillstand der peristaltischen Bewegungen der dünnen Gedärme.	I. Die Erregung der Nervi Vagi erzeugt fast augenblicklichen Stillstand der rhythmischen Contractionen des Herzens.
II. Die Erregung der Nervi Splanchnici auf einer Seite reicht bei gut angestelltem Experimente aus, den gesammten Dünndarm in seiner Bewegung zu hemmen.	II. Die Erregung des Nervus Vagus auf nur einer Seite reicht bei gut angestelltem Experimente aus, das Herz in seiner Bewegung zu hemmen.
III. Die Zeit, welche zwischen dem Beginn der Erregung der Nervi Splanchnici und dem Eintritt der hemmenden Wirkung auf die dünnen Ge-	III. Die Zeit, welche zwischen dem Beginn der Erregung der Nervi Vagi und dem Eintritt der hemmenden Wirkung auf das Herz verfliesst, ist

N. Splanchnicus.	N. Vagus.
därme verfliesst, ist sehr kurz; doch lässt sich dieselbe gewöhnlich ohne feinere Hülfsmittel wahrnehmen.	sehr kurz; doch lässt sich dieselbe gewöhnlich ohne feinere Hülfsmittel wahrnehmen.
IV. Dieser durch Reizung der Nervi Splanchnici erzeugte Stillstand der dünnen Gedärme findet nicht in Systole, sondern in Diastole der gesammten Muskulatur des Darmes statt.	IV. Dieser durch Reizung der Nervi Vagi erzeugte Stillstand des Herzens findet nicht in Systole, sondern in Diastole der gesammten Muskulatur des Herzens statt.
V. Mit aufhörendem Tetanus der Nervi Splanchnici, wenn seine Dauer nicht eine gewisse Grenze überschreitet, beginnt der ruhende Dünndarm seine Bewegungen nicht unmittelbar wieder, sondern es ist eine Nachwirkung vorhanden, welche gewöhnlich sehr beträchtlich ist und um so länger anhält, je schwächer die peristaltische Bewegung vor der Reizung der Nervi Splanchnici war und je intensi-	V. Mit aufhörendem Tetanus der Nervi Vagi, wenn seine Dauer nicht eine bestimmte Grenze überschreitet, beginnt das Herz seine Contractionen nicht unmittelbar wieder, sondern es ist eine Nachwirkung vorhanden, welche um so länger anhält, je intensiver und länger die Reizung eingewirkt hat.

N. Splanchnicus.

ver und länger diese eingewirkt hat.

VI. Die nach der Reizung der Nervi Splanchnici in den dünnen Gedärmen wieder auftretenden peristaltischen Bewegungen sind gewiss nicht schwächer, als diejenigen, welche vor der Reizung stattfanden.

VII. Die Bewegungen des Dickdarms können höchst wahrscheinlich durch Erregung der Nervi Splanchnici weder gehemmt noch angeregt werden.

VIII. Wenn selbst nur der Nervus Splanchnicus major oder nur der Nervus Splanchnicus minor auf nur einer Seite electrisch gereizt wird, so gilt dennoch für den Erfolg Alles, was bis dahin für die Nervi Splanchnici angegeben worden ist.

N. Vagus.

VI. Die nach der Reizung der Nervi Vagi wieder auftretenden Contractionen des Herzens sind im Allgemeinen nicht schwächer, als diejenigen, welche vor der Reizung stattfanden.

Nachschrift.

Leider war ein Theil der vorliegenden Abhandlung bereits gedruckt, als die unseren Gegenstand mehrfach berührende Arbeit von Kölliker „über die Wirkung einiger Gifte" erschien.*) Wir wollen deshalb noch nachträglich die für unsere Frage wichtigeren Punkte aus jener Abhandlung hier zusammenstellen. Kölliker bestätigte zunächst die seit lange bekannte Thatsache, dass das amerikanische Pfeilgift, Woorara, das Herz fast gar nicht zu affiziren scheint, indem dessen Contractionen und die Circulation noch viele Stunden nach der durch die Vergiftung eingetretenen Paralyse der cerebrospinalen Nerven regelmässig vor sich gehen,**) sodass also die neuerdings von C. Eckhard***) aufgestellte Ansicht fallen muss, nach welcher das Woorara mit besonderer Vorliebe

*) Kölliker, Physiologische Untersuchungen über die Wirkungen einiger Gifte. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin von R. Virchow. Bd. 10. Heft 1 u. 2. p. 1.

**) Kölliker a. a. O. p. 73.

***) Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Hft. 1. p. 47.

auf die Herzganglien einwirke. Die Zahl der Herzpulse scheint sogar nach Kölliker vermehrt zu sein, was derselbe aus der Lähmung der Nervi Vagi ableitet, welche ihre Einwirkung auf das Herz eingebüsst haben. Entzweigeschnittene Herzen mit Woorara vergifteter Frösche zeigen wir normal die Erscheinung, dass nur die mit Ganglien versehenen Theile fortpulsiren.

Der analoge, uns vorzugsweise interessirende Versuch für die Wirkung der N. Splanchnici auf die peristaltischen Bewegungen der Gedärme wird von Kölliker in folgender Weise dargestellt, nachdem derselbe meinen ersten Versuch, bei welchem bekanntlich durch Tetanisiren der Dorsalgegend Stillstand der peristaltischen Bewegungen der dünnen Gedärme erzeugt wird, wiederholt hat. Da diese Versuche von Kölliker die erste Bestätigung meiner Angaben über die Splanchnicuswirkung enthalten, so werde ich im Folgenden seine Erfahrungen mit seinen Worten mittheilen: *)

„Bei den 3 ersten geprüften Kaninchen kam ich zu keinem günstigen Ergebniss. Bei zweien derselben hatte ich die Medulla oblongata durchschnitten und dann erst versucht auf die Peristaltik einzuwirken, indem ich die Electroden an die Rückengegend oder an den isolirten einen Splanchnicus anbrachte, während das dritte Thier vorher durch Injection von Opium in die Vena jugularis narkotisirt und dann in gleicher Weise wie vorhin, jedoch ohne Durchschneidung der Medulla oblongata geprüft worden war. Dieses Mislingen zwang mich, wie dies auch Pflüger gethan hat, an lebenden, nicht narkotisirten Thieren zu experimentiren, was dann auch einen besseren Erfolg hatte. Ich verfuhr in der Art, dass ich natürlich bei offener Kette, nach gemachtem Hautschnitt, zwei mit den Electroden verbundene Nadeln,

*) Kölliker, a. a. O. p. 20.

die eine am 5ten, die andere am 11ten Wirbel neben dem Rückenmark in den Wirbelkanal einstach. Dann wurde das Abdomen geöffnet, der Darm auf ein untergelegtes Tuch gebracht und, sowie lebhafte Peristaltik sich einstellte, die Kette geschlossen und der Strom durch das Rückenmark geleitet. Mit dem sich einstellenden allgemeinen Tetanus stand auch in 4 Versuchen, die ich bisher in dieser Weise ausführte, der Dünndarm still, während der Uterus (es waren Weibchen, die zu diesen Versuchen dienten) und Dickdarm in ihrer Peristaltik fortgingen. Bei den drei ersten Versuchen, bei denen ich starker Ströme des du Bois'schen Schlittens mich bediente, konnte in dem einen Fall dreimal, bei den andern viermal der plötzliche Stillstand der Darmbewegungen beobachtet werden. Dann aber wurde das Resultat getrübt. Anfänglich wirkte die Electrisirung der genannten Rückenmarksgegend noch auf gewisse Darmschlingen, während andere ihre Peristaltik ungetrübt fortsetzten, doch dauerte es nun nicht lange, bis jeder Einfluss auf den Darm ausblieb, was übrigens nicht besonders auffallen konnte, da zugleich mit diesen Vorgängen auch der Tetanus abnahm und endlich einer vollkommenen Erlahmung des Nervensystems und dem Tode Platz machte. Erwähnenswerth ist, dass bei diesen durch Ueberreizung und Erschöpfung des Nervensystems zu Grunde gegangenen Thieren schon nach 10—15 Minuten allgemeiner Rigor vorhanden war. Bei einem vierten Thiere, das ich mit schwächeren Strömen und immer nur auf kurze Zeit tetanisirte, war es möglich den Stillstand der Peristaltik viele Male hintereinander zu beobachten, bis endlich ebenfalls Erschöpfung der Nerven eintrat. In allen Fällen fand ich, wie Pflüger, dass der Darm immer im Zustande der Erschlaffung stillstand und auch, wenn er stellenweise contrahirt war, jedesmal in diesen Zustand überging. Reizte man, während er stillstand, den Darm local, so zog er sich local zusammen.

In den Intervallen der Reizungen war die Peristaltik meist sehr lebhaft und ebenso dauerte dieselbe auch nach Erschöpfung des hemmenden Nervensystems noch eine Zeitlang fort.

Nachdem ich durch diese Versuche die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass die Pflüger'schen Angaben allen Glauben verdienen, prüfte ich auch an 3 vergifteten Thieren den Splanchnicus. Hierbei verfuhr ich folgendermaassen. Zuerst wurde die Vena jugularis zur Einspritzung von Urari vorbereitet, dann die Nadeln neben dem Rückenmark eingesenkt und nun das Gift injizirt. In 2 Fällen wurde nun, so wie dasselbe gewirkt hatte, d. h. nach einigen Secunden die künstliche Respiration eingeleitet und nach Verfluss von 5—10 Minuten, als die Circulation wieder vollständig im Gange war, der Bauch geöffnet und das Rückenmark electrisirt, sobald Peristaltik sich zeigte, während im dritten Falle die Electrisirung unmittelbar nach der Vergiftung erfolgte. Nie trat ein Stillstand des Darmes ein, vielmehr ging die Peristaltik unzweifelhaft lebhafter von Statten, als man sie sonst sieht und dauerte auch, wenigstens in 2 Fällen länger als gewöhnlich. Auf einen dieser 3 Versuche will ich kein zu grosses Gewicht legen, weil bei demselben das Gift nicht vollständig gewirkt zu haben schien, wenigstens der Ischiadicus noch etwas reizbar war. Immerhin möchte auch bei diesem Versuche die Fortdauer der Peristaltik beim Electrisiren des Markes mehr als blosser Zufall sein."

Aus diesen Erfahrungen Kölliker's ergeben sich wiederum zwei interessante Analogien zwischen den Functionen des Herzens und der Gedärme.

Zuerst scheint es, als ob die Hemmungsnerven beider Organe von dem Pfeilgifte gleichmässig ihrer Lebenseigenschaften beraubt würden, was uns aber nicht so sehr auffallen kann. Bei Weitem merkwürdiger und selbst paradox ist das Verhalten beider Organe nach eingetretener Vergiftung.

Während nämlich die Nerven aller quergestreiften Muskeln paralysirt sind, gehen nicht allein die peristaltischen Bewegungen ungestört und wie es scheint selbst lebhafter weiter, sondern auch das Herz setzt lange noch seine Pulsationen fort, so dass es überhaupt zweifelhaft erscheinen kann, ob das Gift irgendwelchen Einfluss auf diese Organe ausübt. Sollen wir deshalb aber zweifelhaft werden an unserer theoretischen Vorstellung, derzufolge die Ursache der Bewegung jener Organe in den motorischen Ganglienzellen liegt, welche sich entweder in ihrer Substanz oder in benachbarten sympathischen Geflechten befinden? Brown-Séquard und Schiff behaupteten ja bereits, dass der Blutreiz die Ursache der rhythmischen Contractionen des Herzens sei, weshalb ihnen jene Thatsache als ein guter Grund für ihre Ansicht erscheinen dürfte. Da aber ein mit Woorara vergiftetes Herz, wenn wir es in Stücke zerschneiden, wie das normale Herz nur in denjenigen derselben weiterpulsirt, welche nachgewiesenermaassen Ganglienzellen enthalten und da ausserdem schwere Gründe der Analogie für die Abhängigkeit der Bewegungen dieser Muskelgebilde von den Nerven vorhanden sind, so glaube ich, dass die von Kölliker gemachte Annahme eine grössere Wahrscheinlichkeit für sich hat, nach welcher das Wooraragift nicht alle in dem Herzen befindlichen Nerven afficirt. Es scheint in der That den bis jetzt bekannten Thatsachen der Nervenphysiologie nicht zu widersprechen, wenn man geradezu die Annahme macht, dass das Gift den ganzen musculomotorischen Apparat des Herzens nicht zerstört. Denn da die Vorgänge der Leitung in den Nerven, wie aus den Untersuchungen von Helmholtz über die unmessbar kleine Wärmeentwickelung bei der Action derselben hervorgeht, wahrscheinlich vorwiegend physicalische Prozesse darstellen, so liegt keine absolute Nothwendigkeit vor, die electromotorischen Atomencomplexe der cerebrospinalen und phy-

siologisch-sympathischen Fasern aus denselben chemischen Grundstoffen bestehen zu lassen. Offenbar würde es für die Function des Nerven, wenn man von der Quantität der Wirkungen absieht, hauptsächlich nur darauf ankommen, wie positive und negative Electromotoren auf einander folgen, welche Richtungen mithin die Molecularströme haben und in welchen Richtungen also die electrodynamischen Resultanten jener Ströme die Theilchen angreifen. Wir dürfen deshalb zur Erklärung jener Paradoxie von der Vorstellung ausgehen, dass sowohl die Ganglienzellen als die von ihnen ausgehenden Fasern des Herzens von dem Gifte nicht affizirt werden.

Man kann indessen noch auf eine andere Vermuthung kommen, welches die Ursache jenes sonderbaren Verhaltens des Herzens gegen das amerikanische Pfeilgift sei. Aus den Untersuchungen von Kölliker ergiebt sich, dass das Gift den ganzen Stamm des Nerven affizirt aber, wie es scheint, um so intensiver je peripherischer der Theil desselben ist. Daraus folgt, dass im Beginn der Vergiftung, so lange der Nerv noch nicht total zerstört ist, die Leitung in demselben einen um so grösseren Widerstand zu überwinden hat, je weiter sie sich nach der Peripherie fortpflanzt. Von der Grösse dieses Widerstandes, welche offenbar mit der Länge des Nerven sehr rasch und nicht proportional zunimmt, muss es also abhängen, ob eine Erregung den Muskel noch zu erreichen vermag oder bereits vorher im Nerven erlischt.

Im Herzen können wir uns nun die Bahn der peripherischen Fasern fast beliebig kurz vorstellen, da keine entgegenstehenden Thatsachen vorhanden sind. Wenn mithin die Ganglienzelle dem vergifteten Nerven eine Innervationswelle zusendet, so wird die Erregung den Muskel noch hinreichend kräftig zu erreichen vermögen, weil der zu überwindende Leitungswiderstand mit dem sehr kleinen Faktor der Nervenlänge multiplicirt erscheint. Innerhalb der kleinen Gränzen

kann man ja die Function als proportional der Nervenlänge ansehen, während der totale Leitungswiderstand einer längeren Strecke allerdings ein bestimmtes Integral darstellt, dessen Element gleich ist dem Product aus dem variablen Leitungswiderstande in das Längendifferential des Nerven. Man müsste indessen, um diese Hypothese zu halten, noch zu der Annahme greifen, dass ein gegebenes sehr kleines Nervenstück erst beträchtlich lange Zeit nach der Vergiftung einen unendlich grossen Leitungswiderstand darbietet, was ja den Thatsachen durchaus nicht entgegen ist.

Fernere Untersuchungen müssen ergeben, welche dieser Anschauungsweisen der Wahrheit am Nächsten kommen, da diese aus den bis jetzt bekannten Thatsachen mit Bestimmtheit nicht erschlossen werden kann.

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin.